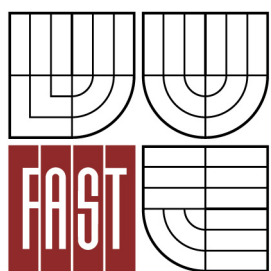




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

NÁVRH VODOHOSPODÁŘSKÝCH OPATŘENÍ V POVODÍ

THE DESIGN OF THE MEASURES FOR FLOOD PROTECTION IN THE SMALL WATERSHED

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. RUDOLF HRNČÍŘ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Dr. Ing. PETR DOLEŽAL

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Rudolf Hrnčíř
Název	Návrh vodohospodářských opatření v malém povodí
Vedoucí diplomové práce	doc. Dr. Ing. Petr Doležal
Datum zadání diplomové práce	25. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 25. 3. 2014	

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.

Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA

Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Metodika :Ochrana zemědělské půdy před erozí - 5/1992, ÚVTIZ

Typizační směrnice pro návrh propustků

M.Holý " Protierozní ochrana, SNTL 1978

související normy a předpisy

Zásady pro vypracování

Student provede návrh vodohospodářských opatření sloužících omezení míry erozního ohrožení a k zachycení a odvedení přívalových vod ohrožujících intravilán obce.

Lokalita bude upřesněna vedoucím práce. Práce bude obsahovat textovou a grafickou část. Textová část bude obsahovat analýzu současného stavu, popis navrhovaného řešení. Grafická část bude obsahovat kartogramy posouzení MEO a zjednodušené výkresy navržených opatření.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

doc. Dr. Ing. Petr Doležal
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na návrhy vodohospodářských opatření, které slouží k zachycení a odvedení přívalových vod, jenž ohrožují intravilán obce Starovice. V diplomové práci je posouzena míra erozního smyvu půdy na řešených pozemcích. K posouzení míry současného erozního smyvu půdy je zvolena metoda Wischmeier-Smith. Na základě výsledků dlouhodobé ztráty půdy a shromážděných podkladů jsou navrženy protierozní a vodohospodářská opatření. Grafická část diplomové práce obsahuje kartogramy s posouzením míry erozního ohrožení na řešeném území. Součástí práce jsou mapy s mírou erozního ohrožení vytvořené v programu ArcGIS. Podstatou práce jsou výkresy situací, podélné profily, vzorové příčné řezy, příčné řezy záchytných a svodných průlehmů vytvořených v programu Bentley PowerCivil.

Klíčová slova

Vodohospodářská opatření, eroze, průlehy, sedimentační jámka, propustek.

Abstract

My diploma thesis is focused on project of water management measure which should intercept torrential water endangering municipality Starovice. In diploma thesis I assess the degree of erosion washes of soil on the solving land. Intensity of soil ablation of affected land is evaluated by Wischmeier-Smith method. Based on the result of long-term soil lost and gathered materials are designed erosion control and water management measures. Graphic part of the thesis contains cartograms with an assessment rate of erosion threat to the investigated area. As part of thesis maps were created using ArcGIS. The essence of the work are drawings situations, longitudinal profiles, sample diagonal incisions of the intercepting ditch were created in Bentley PowerCivil.

Keywords

The measures for flood protection, erosion, ditch, reservoir sedimentation, culvert.

...

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Rudolf Hrnčář *Návrh vodohospodářských opatření v malém povodí*. Brno, 2015. 59 s., 33 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Petr Doležal

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16. ledna 2015

.....

podpis autora

Bc. Rudolf Hrnčář

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Dr. Ing. Petrovi Doležalovi za odborné vedení, rady a připomínky, které mi během zpracování práce poskytl. Dále bych rád poděkoval mé přítelkyni Monice a rodičům, kteří mě při vytváření této práce podporovali.

Obsah

1	ÚVOD.....	3
2	CÍL PRÁCE.....	4
3	ZÁKLADNÍ POJMY EROZE A VODOHOSPODÁŘSKÝCH OPATŘENÍ... 	5
4	METODY ŘEŠENÍ.....	7
4.1	Metoda řešení vodní eroze na zemědělských pozemcích	7
4.2	Hydrotechnické výpočty vodohospodářských opatření.....	7
4.3	Návrh záchytných průlehů	8
4.3.1	Návrh objemů.....	8
4.3.2	Určení návrhové srážky	9
4.4	Návrh svodných průlehů	10
4.4.1	Parametry svodného průlehu.....	10
4.4.2	Výpočet parametrů odtoku - vstupní údaje pro dimenzování	10
4.3.4	Metoda dle Dr. Hrádka	11
4.5	Návrh sedimentačních jímek	16
4.6	Návrh propustků	17
4.6.1	Parametry propustků	18
5	NÁVRH VODOHOSPODÁŘSKÝCH A PROTIEROZNÍCH OPATŘENÍ	
V K.Ú. STAROVICE.....		19
5.1	Popis řešeného území.....	19
5.2	Výpočet současné míry erozního ohrožení (MEO)	19
5.2.1	Určení oblastí pro výpočet MEO	19
5.2.2	Osevní postup.....	20
5.2.3	Posouzení současného stavu smyvu půdy	21
5.2.4	Vyhodnocení výsledků a návrh opatření.....	22
5.2.5	Výpočet míry erozního ohrožení (MEO) navrhovaného protierozních opatření.....	25
5.3	Návrh technických vodohospodářských a protierozních opatření.....	28
5.3.1	Výpočty parametrů záchytných průlehů	29
5.3.2	Výpočty parametrů svodných průlehů	31
5.3.3	Návrh sedimentačních jímek.....	36
5.3.4	Návrh trubních propustků.....	36
6	POPIS NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ.....	37
6.1	Základní charakteristika navrhovaných opatření	37
6.2	Popis navržených technických prvků	38
7	ZÁVĚR	46

8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	47
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
10	SEZNAM TABULEK.....	50
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	51
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	52

1 Úvod

Vlivem přívalových dešťů, které jsou v dnešní době tak časté, může docházet k vodní erozi na pozemcích s ornou půdou. Kvůli vodní erozi je část půdy je odnášena z polí a hromadí se v jiných částech území, kde je to nejméně vhodné a půda tak přichází o důležité složky a živiny. Pokud půda ztratí svou hodnotu a kvalitu, pak nemůže plnit svůj prvotní účel. Avšak velmi záleží i na typu půd, které se v dané lokalitě vyskytují. V krajině se vyskytují půdy, které jsou více náchylné na dopady kapek deště, což mohou být např. černozem luvická a hnědozem. Naproti tomu písky jsou nejméně náchylné na dopady kapek deště a nejsou tedy ohrožovány erozí. Erozi lze očekávat na svažitých pozemcích. Vyšší sklon na těchto pozemcích může napomoci k odtékání vody vzniklými drahami soustředěného odtoku při dešti.

Ke ztrátě kvality půdy může také vést špatné obhospodařování pozemků zemědělci nebo použití nevhodných zemědělských strojů, které narušují půdní profil pozemku. Narušená půda již není tak kvalitní a nedokáže plnit svou původní funkci. Dalším prohřeškem je nevhodný výběr zemědělských plodin, jako je například pěstování kukuřice, vinné révy, brambor na svažitých pozemcích. Jelikož se jedná o širokořádkové plodiny, je zde velká pravděpodobnost, že se při intenzivnějších deštích vytvoří dráhy soustředěného odtoku a odvedou tak svrchní část půdy ze svahu.

Eroze na zemědělské půdě může znamenat problém, se kterým se Česká republika potýká. Je podloženo, že až 50 % zemědělské půdy je ohroženo erozí, proto je nutné se tímto problémem zabývat a vytvářet návrhy s protierozní ochranou a vodohospodářskými opatřeními. Mezi vodohospodářské opatřeními patří svodné a zasakovací průlehy, vsakovací a záchytné příkopy, odvodňovací stavby, hrazení bystřin, protierozní rybníky a nádrže. Abychom ochránili níže ležící území, využíváme tato opatření k zachycení a neškodnému odvedení vod, ale také k zasakování vody do půdy, popřípadě k zadržení nárazového odtoku povrchové vody. (Holý, 1994)

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce je vypracování návrhu vodohospodářských opatření. Tato opatření by měla vést k omezení míry erozního ohrožení a k zachycení a odvedení přívalových vod, které ohrožují intravilán obce Starovice.

Tomuto tématu jsem se již věnoval ve své bakalářské práci „Návrh vodohospodářských opatření v povodí“, kde jsem podrobněji popsal tuto problematiku. V bakalářské práci jsem posoudil míru erozního ohrožení zemědělských pozemků a následně navrhl tři varianty protierozních opatření. Navrhované varianty jsem vyhodnotil a mezi sebou porovnal. Tyto poznatky sloužily jako podklad pro vytvoření mé diplomové práce, kde jsem již pracoval pouze s variantou č. 2, která by byla dle mého názoru pro tuto oblast nejúčinnější. Podle této varianty jsem navrhl technické prvky pro bezpečné odvedení přívalových vod.

Stěžejní část diplomové práce jsou vypracované výkresy v programu Bentley PowerCivil. Jedná se o výkresy situací, podélné profily, příčné řezy, vzorové příčné řezy záchytných a svodných průlehů a schéma sedimentačních jímek s propustky.

3 Základní pojmy eroze a vodohospodářských opatření

ČSN 75 0142 definuje následující pojmy:

- eroze je rozrušování zemského povrchu vodou, větrem, sněhem, ledem a ostatními exogenními silami, popř. zesílené činnosti člověka, spojení s přemísťováním a ukládáním uvolněného materiálu,
- vodní eroze je rozrušování zemského povrchu vodou, které je spojené s přemísťováním a ukládáním uvolněného materiálu,
- odolnost půdy proti erozi znamená schopnost půdy odolávat erozi, jež je podmíněná fyzikálně-chemickými vlastnostmi půdy,
- protierozní ochrana je soubor opatření, které chrání půdu před erozí,
- protierozní opatření jsou organizační, agrotechnická, technická a biologická sloužící k omezení ztrát půdy erozí,
- soustředěný povrchový odtok je odtok srážkových vod po povrchu pozemku vytvářející rýžky, rýhy a strže,
- průleh je přejezdny mělký široký příkop s mírným sklonem svahu, v němž se povrchově stékající voda a splaveniny zachycují a neškodně odvádějí.

Průleh

Průlehem se rozumí mělký, široký příkop s mírným sklonem svahů s malým nebo nulovým sklonem podélným, v němž se povrchově stékající voda a půda zachycuje. Ve větším sklonu svahu průleh umožňuje odvedení vody i půdy. Řadíme je k vodohospodářským opatřením. Z funkčního hlediska dělíme průlehy na záchytné a svodné. (Trupl, 1987)

Záchytné průlehy se používají na pozemcích se sklonem terénu 5–15 % a kde délka pozemku po spádnicí překračuje limitní délku svahu. Podle půdních poměrů rozlišujeme záchytné průlehy:

- vsakovací, které jsou vhodné k použití pouze na lehkých půdách, v sušších oblastech a na pravidelných svazích,
- kombinované, které se používají na středně těžkých půdách, při větším výskytu přívalových dešťů, na velmi dlouhých svazích a při potřebě zvláštní ochrany (např. v chráněné krajinné oblasti),
- odváděcí se navrhují na těžších půdách, ve vlhčích oblastech, na zvlněném terénu. (Trupl, 1987, s. 64, 65)

Svodné průlehy zajišťují neškodné odvádění vody ze záchytných průlehů, která se nestačila vsáknout na pozemcích. Zabraňují tak vzniku výmolové eroze. Svodné průlehy slouží především k odvádění odtoků, jenž jsou způsobeny přívalovými dešti nebo jarním táním sněhu a ledu. Na orné půdě se těmto průlehům navrhuje převážně zatravnění. Zatravněné průlehy se doporučují jako záchytné v trvalých travních porostech a při pásovém střídání plodin, nebo jako svodné ve všech kulturách při menších rychlostech vody i menších podélných sklonech pozemků.

(Trupl, 1987, s. 66, 67)

Sedimentační jímka

Sedimentační jímky patří mezi tzv. doprovodné objekty. Je to soubor doplňujících drobných opatření (objektů), které se vyskytují převážně, jako součást technických opatření mezi které patří např. propustky, skluzy, stupně, vtokové objekty, vyústní objekty atd. (Trupl, 1987, s. 79)

Usazovací (sedimentační) jímky jsou objekty, které slouží k odlehčení povrchových i podzemních svodných prvků. (Dýrová, 1988, s. 169)

Jímky průtočné jsou převážně v trase příkopů (nebo jiných hydrolinií), převážně se záchytným prostorem nad 30 m³, buď s funkcí jen sedimentační a retenční nebo i vsakovací. Tvar a zpevnění musí umožňovat čištění s použitím mechanizace.

(Trupl, 1987, s. 80)

Propustky

Propustky jsou stavební objekty v tělese nebo pod tělesem polní cesty s libovolným tvarem průřezu a kolmou světlostí otvoru do 2,00 m, sloužící k převedené průtoků povrchových vod. Propustky pod sjezdy mají vyhovovat stejně jako příkopy 20-ti leté vodě. Propustky na vodotečích se obdobně jako mosty navrhují v závislosti na okolním terénu a podélném řešení nivelety polní cesty. (ČSN 73 6109, str. 28)

4 Metody řešení

V této kapitole jsou popsány metody k posouzení míry erozního ohrožení současného stavu půdy dle Wischmeira-Smitha. Součástí kapitoly jsou také výpočty návrhů záchytných a svodných průlehů pomocí intenzivního vzorce a metody CN-čísel. A dále jsou zde metody pro návrhy sedimentačních jímek a trubních propustků.

4.1 Metoda řešení vodní eroze na zemědělských pozemcích

Pro posouzení míry erozního ohrožení současného stavu a k posouzení navrhovaných opatření je v rámci práce využita metoda Wischmeire-Smith (USLE), která počítá smyv v závislosti na šesti faktorech. (Holý, 1994) Výsledná hodnota dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy G v tunách z hektaru za rok je počítána podle vztahu:

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (4.1)$$

kde jednotlivé faktory označují:

- faktor R – erozní účinek deště,
- faktor K – půdní faktor stanovený podle hlavní půdní jednotky kódu BPEJ,
- faktor L – délku svahu,
- faktor C – faktor protierozního účinku plodin,
- faktor P – faktor účinnosti protierozních opatření.

Podrobněji je tato metoda popsána v mé bakalářské práci.

4.2 Hydrotechnické výpočty vodohospodářských opatření

Vodohospodářská opatření slouží k ochraně zastavěného území, k protierozní ochraně půdy, bezpečnému odvedení soustředěné vody, nalepšení hydrologické bilance, zlepšení půdních vlastností a k zvýšení ekologické stability území. Tato opatření je možné rozdělit do následujících skupin:

- objekty liniové záchytné – příkopy, průlehy, vsakovací pásy,
- prvky liniové svodné – příkopy, průlehy,
- prvky retenční – retenční nádrže, sedimentační nádrže,
- objekty na liniových prvcích – propustky, stupně, skluzy, sedimentační jímky,
- objekty na retenčních prvcích – spodní výpusť, bezpečnostní přeliv,
- ostatní prvky – odvodnění, mokřady

4.3 Návrh záchytných průlehů

4.3.1 Návrh objemů

Parametry záchytných průlehů je nutné stanovit podle jejich funkce a je třeba je doložit výpočty. Doporučené parametry jsou dle Trupla (1987, s. 65) následující:

- podélný sklon: 0 až 3 %
- sklony svahů: 10 až 20%
- maximální délka: 600 m
- maximální hloubka: 100 cm
- minimální hloubka: 20cm

Objem se navrhuje na tzv. kritickou srážku, jež se volí podle doby, ve které se uplatňuje soustředěný odtok. Tato doba závisí hlavně na velikosti plochy, z níž voda odtéká a může trvat nejméně 5 minut pro plochu 8 ha až do 75 minut pro plochu 400 ha. Pravděpodobnost deště se při tom uvažuje jednou za 5, 10, 25, 50 a 100 let, dle důležitosti ochrany. U polních pozemků předpokládáme výskyt takové srážky jednou za 10 let. (Cablík, Jůva, 1963)

Pro vyšetřování erozních procesů a transportu látek je důležité znát hodnoty a charakteristiky povrchového odtoku. Povrchový odtok dělíme na plošný nebo soustředěný. Plošný odtok je takový odtok, který probíhá po povrchu území v souvislé vrstvě vody o přibližně stejné hloubce, kdežto soustředěný odtok probíhá v dočasně nebo trvalé hydrologické síti. (Holý, 1994)

Pro intenzitu erozních procesů je ve většině případů rozhodující odtok přívalových dešťů. Přívalové deště jsou charakterizované vysokou intenzitou a krátkou dobou trvání a vyvolávají maximální odtok na malých a velmi malých povodích. Na velmi malých povodích lze proces povrchového odtoku vyjádřit použitím zjednodušujícího předpokladu podobně jako na elementárních plochách do 1 km². Na základě výzkumu jsou pro tyto povodí odvozeny empirické vzorce s doporučenými hodnotami nejvýznamnějších činitelů, jenž ovlivňují maximální odtok z povodí.

(Holý, 1994)

Empirické vzorce dělíme na:

- vzorce intenzitní,
- vzorce objemové,

- vzorce oblastní.

Pro návrh záchytných objemů používáme intenzitní vzorce, které vycházejí z redukce intenzity návrhového deště na maximální intenzitu odtoku. (Holý, 1994)

Výpočet objemu přímého odtoku pomocí **intenzitního vzorce**:

$$Q_{max} = L \cdot i \cdot \varphi \cdot t \quad (4.2)$$

- kde Q_{max} je objem odtoku na jeden 1 bm šířky svahu [m^3],
- L je délka svahu nad průlehem [m],
- i je střední intenzita návrhového deště v [$m \cdot s^{-1}$],
- φ je součinitel odtoku z grafu Součinitel odtoku pro záchytné prvky. (Dýrová, 1988)

4.3.2 Určení návrhové srážky

Vodní erozi vyvolávají prudké a náhlé odtoky způsobené přívalovými krátkodobými dešti, náhlým táním sněhu nebo silnými dlouhodobými srážkami. Intenzita přívalových dešťů většinou rychle narůstá a po dosažení kulminace se pomaleji snižuje. Mnohem lépe vystihuje každý přívalový dešť střední intenzita ukončeného deště, která se vypočítá vztahem:

$$i_s = \frac{H}{t} \quad (4.3)$$

- kde i_s je střední intenzita deště [$m \cdot s^{-1}$],
- H je celková výška srážky v [mm],
- t je doba trvání v [s].

Šamaj, Valovič, Brázdil (1985) vytvořili hodnoty maximálních denních úhrnů srážek s pravděpodobností opakování za N roků dle Gumbelovy statistiky extrémů. Tyto hodnoty najdeme v metodice ochrany zemědělské půdy před erozí dle Janečka (1992).

Pro zjištění střední intenzity návrhového deště máme k dispozici 24-hodinové úhrny s periodicitou $p = 0,5; 0,2; 0,1; 0,02$ a $0,01$. Tyto úhrny je nutné zredukovat na 30-ti minutový dešť. Pro výpočet 30-ti minutového úhrnu existuje mnoho metod, avšak v této práci je použita metoda redukce:

$$H_{t,N} = \varphi_t \cdot H_{24,N} \quad (4.4)$$

- kde $H_{t,N}$ je návrhový srážkový úhrn [mm],
- φ_t je redukční koeficient pro 30-ti minutový déšť,
- $H_{24,N}$ je průměrný 24-hodinový úhrn s dobou opakování N [mm]. (Hrádek, 1988)

4.4 Návrh svodných průlehů

4.4.1 Parametry svodného průlehu

Doporučené parametry jsou dle Trupla (1987, s. 66) následující:

- střední průtočná rychlost (max): zatravněné: $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,
ostatní podle druhu zpevnění
- příčný profil parabolický,
lichoběžníkový 1 : 10 až 1 : 5
- maximální hloubka: 100 cm
- minimální hloubka: 30 cm
- minimální šířka: 300 cm
- podélný sklon: 1 až 20 %, výjimečně i více

4.4.2 Výpočet parametrů odtoku - vstupní údaje pro dimenzování

Podkladem pro návrh vodohospodářských prvků je vždy určení množství odtékající vody z povodí nad daným vodohospodářským prvkem (jedná se o velikost kulminačního průtoku Q a objem odtoku W).

Při výpočtu množství odtoku je třeba pro návrh zvolit také průměrnou dobu opakování N vypočtených hodnot, která tak určí zabezpečenost návrhu. V následující tabulce jsou uvedeny orientační hodnoty průměrné doby opakování N a charakteru chráněného území.

Tabulka č. 4.1: Doporučené průměrné doby opakování

Průměrná doby opakování N - roky	Charakter chráněného území
2 - 5	louky, lesy
>20	cenné zemědělské půdy sady, vinice a chmelnice
5 - 20	orná
50-100	souvisle zastavěné území, železnice, průmysl. stavby

4.3.4 Metoda dle Dr. Hrádka

Výpočet odtoku z velmi malých povodí vychází z metody CN-čísel. Metoda podle Dr. Hrádka slouží k výpočtu průtoků pro velmi malá povodí (do 5 km²). Tato metoda je vhodná pro výpočet odtoku z elementárních odtokových ploch a svahů, kde není patrná vodoteč. Jedná se o svahy nad navrhovanými ochrannými příkopy nad obcí, průlehy apod. V této metodě se výpočte návrhový průtok Q_N a objem odtok W_N , vyvolaný přívalovým deštěm, kritickou dobou trvání a jí odpovídající intenzitě. Tato kritická doba trvání odpovídá době, kdy se utváří odtok (bezodtoková fáze) a dále době, kdy dojde ke koncentraci povrchového odtoku z nejvzdálenější části povodí (tzv. doba koncentrace). Zde hraje roli délka svahu, jeho průměrný sklon a drsnost (např. podle Manninga viz tabulka č. 4.2). Podstatou metody je hledání kritické doby a jí odpovídající intenzitě odtoku vypočtené z intenzity srážky, protože v tuto dobu se zapojí do odtoku celé povodí a je tudíž dosaženo maximálního odtoku v uzávěrovém profilu.

Tabulka č. 4.2: Součinitelé drsnosti dle Pavlovského a Manninga

POVRCH	γ	Manning
SVAH:		
ÚHOR	2	0,03
polní plodiny bez ochrany	3	0,045
polní plodiny a ochranou	10	0,12
víceleté píceřiny	7	0,09
pastviny	4	0,06
louky	9	0,11
cesty zpevněné	2	0,03
ÚDOLNICE:		
zarostlý inundační prostor	5	0,07
zatravněná údolnice	7	0,09
údolí s nesouvislým porostem	3	0,045
LESY:		
nepříznivé hydr. podm.	4–8	0,057–0,103
dobré hydr. podm.	8–16	0,103–0,195

Předpoklady řešení

- svah je zasažen „výpočtovým“ deštěm konstantní intenzity odpovídající době koncentrace (doba dotoku vody z nejvzdálenějšího místa povodí po uzávěrový profil) zvýšené o odhad bezodtokové fáze - dochází k plnění depresí, počáteční infiltraci apod.,
- přírodní svah je schematizován rovinnou plochou, obecně ve tvaru rovnoběžníku (kosodélník, kosočtverec, obdélník, čtverec), sklon dráhy svahového odtoku je průměrný sklon přírodního svahu.

A) Příklad na svah (výpočet intenzity deště odpovídající určité době trvání)

Pro zjednodušení analytického řešení odtoku ze svahu je uvažován přítok na svah ve formě „efektivního“ deště, jehož objem S_e je rovný objemu odtoku O . Pojmem přítok na svah rozumíme tu část deště (jeho objem), který po dobu trvání deště ze svahu odeče. Objem efektivního deště je vypočten ze vztahu:

$$S_e = S - Z = O \quad (4.5)$$

- kde S je objem deště [m^3],
- S_e je objem efektivního deště [m^3],
- Z je celkové ztráty na povodí [m^3],
- O je objem odtoku [m^3]

Celkové ztráty na povodí zahrnují:

- intercepci,
- akumulaci vody v povodí (v depresích, nádržích, v pokryvné vrstvě půdy a v půdním profilu),
- infiltraci,
- evapotranspiraci.

A-1) Výška odtoku ze svahu (podělený objem odtoku plochou svahu)

$$H_{so} = H_{se} = k \cdot \frac{O}{F_s} \quad (4.6)$$

- kde k je rozměrový součinitel, $k = 10^{-3}$,
- H_{se} - výška efektivního deště [mm],

- H_{so} - výška odtoku [mm],
- F_s - plocha svahu [km²]

A-2) Odvození výšky odtoku H_{so} (výpočet efektivního deště)

$$H_{so} = \frac{(H_s - R_l)^2}{H_s + R_p - R_l} \quad (4.7)$$

- kde H_s je výška výpočtového deště [mm],
- R_p je potenciální retence povodí [mm],

$$R_p = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (4.8)$$

- CN je číslo odtokové křivky [-],
- R_l je retence povodí v bezodtokové fázi [mm], odhadem $R_l = 0,2 \cdot R_p$

A-3) Odvození charakteristik přítoku

Výška přítoku na svah H_{sp} :

$$H_{sp} = H_{se} = H_{so} \quad (4.9)$$

Doba trvání přítoku na svah t_{sp} :

$$t_{sp} = t_d - t_l \quad (4.10)$$

- kde t_d je doba trvání výpočtového deště [min],
- t_l je délka bezodtokové fáze [min],

$$t_l = \frac{R_l}{i_d} \quad (4.11)$$

- R_l jsou celkové ztráty v bezodtokové fázi [mm],
- i_d je intenzita výpočtového deště [mm·min⁻¹]

Intenzita přítoku na svah i_{sp} :

$$i_{sp} = \frac{H_{sp}}{t_{sp}} \quad (4.12)$$

Přítoková křivka D^* vyjadřuje závislost $i_{sp} = f(t_{sp})$, viz obr. 1.

B) Doba koncentrace vody na svahu

Doba koncentrace na svahu t_{sk} je doba, která je potřebná k ustálení hladiny vody na celé délce svahu. V této době dochází k soustředění odtoku z celé plochy svahu v jeho patě (uzavírajícím profilu), kde se vytvoří maximální výška vrstvy vody a jí odpovídá maximální (největší možný) odtok ze svahu.

Doba koncentrace na svahu závisí na intenzitě přítoku na svah, délce svahu, průměrném sklonu svahu I_s a drsnostní charakteristice povrchu svahu m :

$$t_{sk} = f(i_{sp}, A_s) \quad (4.13)$$

- kde t_{sk} je doba koncentrace [min],
- i_{sp} - intenzita přítoku [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$],
- A_s je hydraulická charakteristika svahu [$\text{mm} \cdot \text{min}$],

$$A_s = a^{-1} \cdot L_s, \quad (4.14)$$

- L_s je půdorysný průmět dráhy svahového odtoku [km],

$$a = m \cdot I_s^{\frac{1}{2}}, \quad (4.15)$$

- I_s - průměrný sklon svahu,
- m - drsnostní charakteristika,

$$\bullet \text{ dle Bazina: } m = \frac{87}{\gamma} \quad [\text{s}^{-1}] \quad (4.16)$$

$$\bullet \text{ dle Manninga: } m = \frac{1}{n} \quad [m^{\frac{1}{3}} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (4.17)$$

Vzorec pro výpočet doby koncentrace na svahu byl odvozen na základě analýzy svahového odtoku dle Eaglesona.:

$$t_{sk} = A_s^{\frac{1}{b}} \cdot i_{sp}^{\frac{1-b}{b}} \quad (4.18)$$

- kde $b = 2$ při vyjádření drsnostní charakteristiky svahu dle Bazina,
- $b = 5/3$ při vyjádření drsnostní charakteristiky svahu dle Manninga

B-1) Intenzita odtoku v době koncentrace i_{sk}

$$i_{sk} = A_s^{\frac{1}{b-1}} \cdot t_{sk}^{\frac{b}{1-b}} \quad (4.19)$$

V době koncentrace platí:

$$\bullet \text{ kde } i_{sk} = i_{sp} = [\max i_{so}, t_{sk}], \quad (4.20)$$

- křivka koncentrace K_s vyjadřuje závislost $isk = f(tsk)$ viz obr. 1

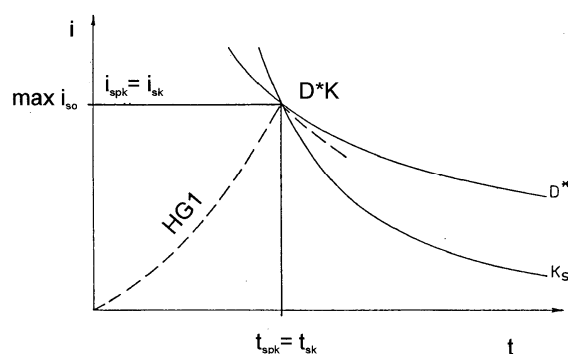
V průsečíku křivky přítoku (závislost mezi prodlužující se dobou trvání deště a klesající intenzitou) a křivky odtoku (postupná koncentrace průtoku na svahu) je hledaná maximální intenzita odtoku, která vyvolá maximální odtok.

C) Kulminační průtok Q_{max}

Kulminační průtok Q_{max} se počítá podle vzorce:

$$Q_{max} = koef \cdot max i_{so} \cdot F \quad (4.21)$$

- kde $koef$ je koeficient podle jednotek intenzity a plochy povodí,
- $max i_{so}$ je maximální intenzita odtoku ($mm \cdot min^{-1}$),
- F je plocha povodí [km^2] (Hrádek, 2001)



Obr. 1: Řešení maximální intenzity odtoku ze svahu

Objem odtoku W se vypočítá jako součin H_{so} a plochy povodí. Pro výpočet hodnot se zvolenou průměrnou dobou opakování se do výpočtu zavádějí hodnoty H_s s průměrnou dobou opakování N stanovené z tabulky denních úhrnů odpovídající doby opakování N uvedené ve směrnici 5/1992. Zde je možné využít výpočtu redukce těchto úhrnů podle následujícího vzorce:

$$H_{N,t} = \Psi_t \cdot H_{N,24} \quad (4.22)$$

- kde N značí průměrnou dobu opakování v letech,
- Ψ_t je koeficient časové redukce,
- $H_{N,24}$ je denní úhrn srážky s průměrnou dobou opakování N let

Tabulka č. 4.3: Koeficienty časové redukce Ψ_t

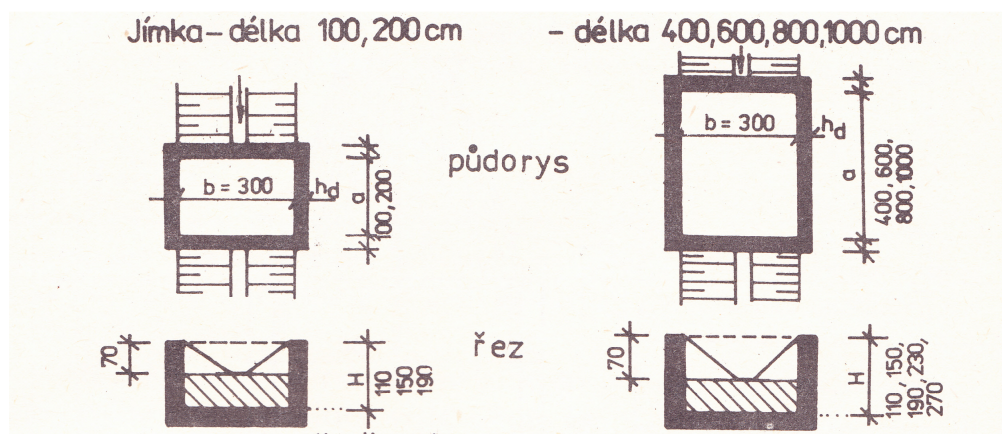
t[min]	Ψ_t
5	0,2
10	0,36
20	0,44
40	0,56
60	0,61
90	0,66
150	0,72
300	0,81
1440	1,06

V tabulce č. 4.3 jsou uvedeny koeficienty časové redukce Ψ_t [-]. Tyto koeficienty jsou získány z hydrologické směrnice „Návrhové průtoky pro velmi malá povodí“.

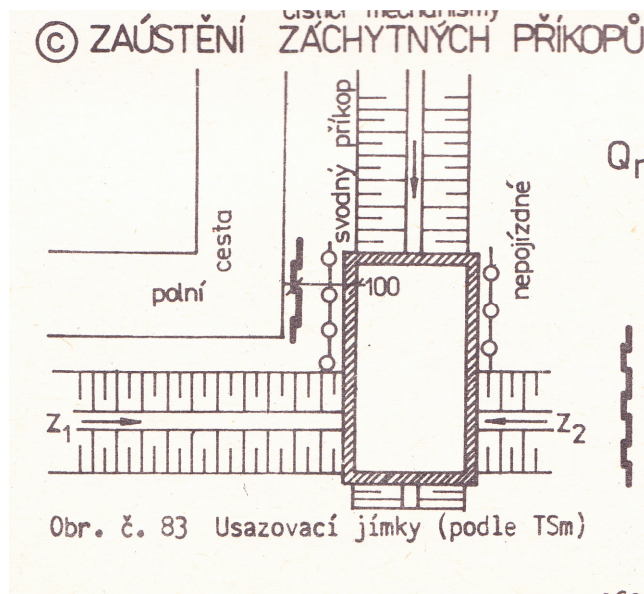
4.5 Návrh sedimentačních jímek

Sedimentační jímky navrhujeme na základě maximálního kulminačního průtoku. Výšku sedimentační jímky volíme na základě:

- výšky vzduť vody nad vtokem do propustku,
- velikosti otvoru propustku,
- hloubky sedimentační zdrže pod vtokem do propustku.



Obr. 2: Vymezení typů sedimentačních objektů



Obr. 3: Schéma řešení sedimentačního objektu

Sedimentační jímky jsou pro diplomovou práci navrhnuty pouze jako typové, ukázky těchto typů jsou na obrázcích č. 2 a č. 3. Typy sedimentačních jímek jsou převzaty z typizační směrnice „Sedimentační a tlumící objekty“

4.6 Návrh propustků

Propustkem je téměř vždy tok vody zúžen, což způsobuje vzduť hladiny před propustkem a změnu režimu toku vody. V závislosti na průtočném množství, na spádu propustku a jeho poměru ke spádu kritickému a normálnímu na výšce hladiny za propustem na délku propustku, na poměrech vtoku a výtoku, apod. vzniká velké množství režimů průtoků vody propustkem.

Zásadně můžeme režimy průtoků zařadit do tří skupin:

- Proudění s volnou hladinou - vytvoří se volná hladina v celé délce propustku včetně vtoku a vyústění.
- Proudění se zahlceným vtokem - vtoková část a část délky propustku za vtokem je vyplněna vodou, ve zbývajících částech je volná hladina.
- Proudění tlakové - profil propustku je ve značné délce vyplněn vodou zvláště ve vtoku, nebo i v celé délce. (Holič, 1992, str. 22)

4.6.1 Parametry propustků

Zjednodušující předpoklady:

- Průtočný profil je tvořen kruhovým potrubím o profilech $d = 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 150$ a 160 cm,
- délka propustku se pohybuje od 6 do 12 m, hydraulicky jde tedy o propustky krátké,
- propustky nemají rozšířený nátok
- před propustkem se předpokládá říční proudění (Hospodářské přejezdy – trubní propustky, str. 10)

Návrh parametrů propustků je podle typizační směrnice „Hospodářské přejezdy – trubní propustky“

5 Návrh vodohospodářských a protierozních opatření v k.ú. Starovice

Tato kapitola obsahuje popis výpočtu současného stavu míry erozního ohrožení řešeného na území obce Starovic, které byly převzaty z bakalářské práce. Součástí této kapitoly je také výpočet míry erozního ohrožení navrhovaných protierozních opatření na řešených erozních celcích s návrhem vodohospodářských opatření.

5.1 Popis řešeného území

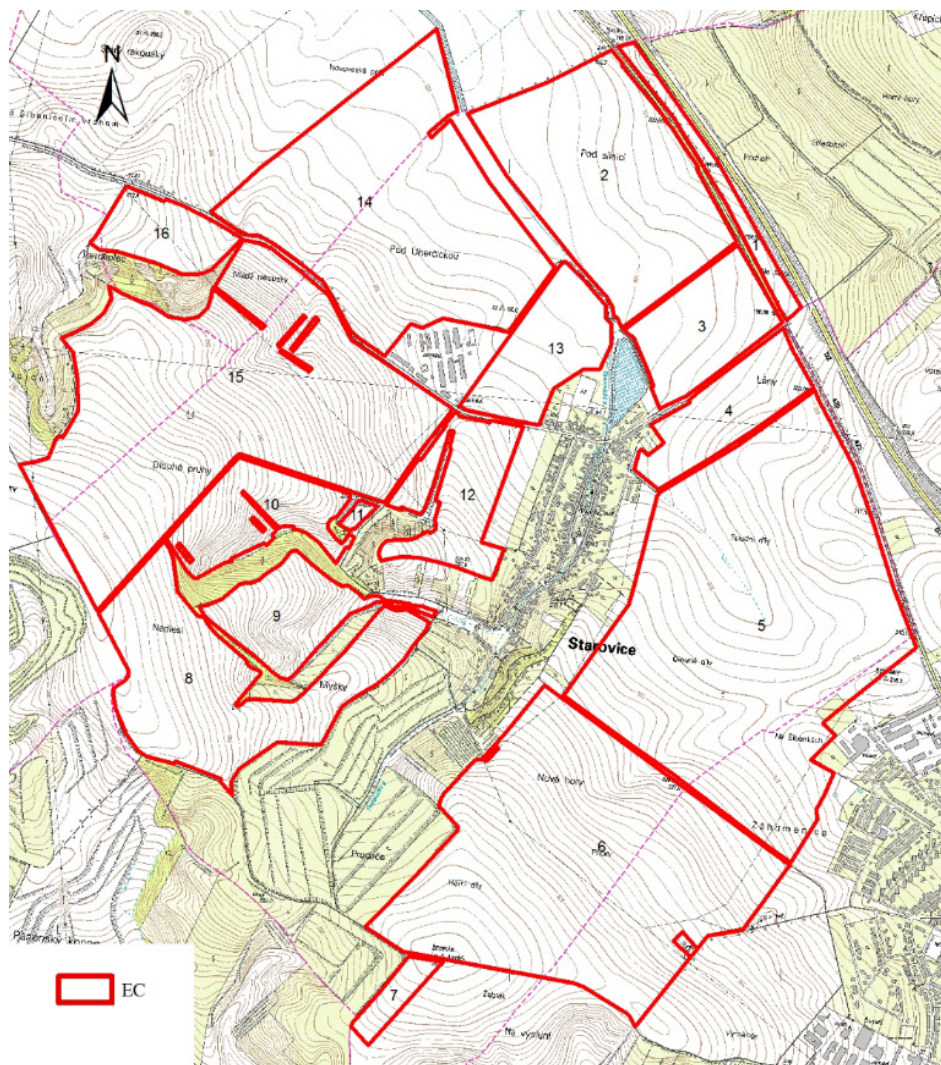
Obec Starovice se nachází v Jihomoravském kraji v okrese Břeclav blízko města Hustopeče. Obec leží v mělkém údolí Starovického potoka v nadmořské výšce 190 – 240 m. n. m. Celková katastrální výměra území činí 819 ha, z toho orná půda tvoří 65 %. Na území obce a v jeho blízkém okolí najdeme mnoho vinohradů a ovocných sadů na terasovitých svazích a také ornou půdu s různými sklony svahů. [1]

Starovice spadají do Hustopečského regionu, který se nachází v Západních Karpatech. Území se skládá z geomorfologických jednotek – Žďánický les a Dolnomoravský úval. Co se klimatických poměrů týče, Hustopečský region spadá do teplé klimatické oblasti, pro kterou je typické dlouhé, teplé léto a krátká, mírná zima. Průměrná roční teplota se zde pohybuje mezi 6–10°C. Srážkové poměry vykazují spíše podprůměrnou hodnotu v rámci České republiky. Průměrný roční úhrn srážek činí 490 mm. [2]

5.2 Výpočet současné míry erozního ohrožení (MEO)

5.2.1 Určení oblastí pro výpočet MEO

Výpočtům MEO předchází vymezení erozních celků, které jsou důležité pro následný výpočet, srovnávání a hodnocení. Na těchto celcích je přerušen povrchový odtok např. existujícími hranicemi celků, komunikací atd. Řešené území je rozděleno dle LPIS, ZM10 a ortofotomapy na 16 různě velkých erozních celků. Výpočet MEO je proveden metodou Wischmeir-Smith, která je aplikována v praktické části práce.



Obr. 4: Ukázka erozních celků na území obce Starovice

Tabulka č. 5.1: Erozní celky a jejich výměry

Název	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	EC8
P [ha]	6,39	51,68	17,53	15,40	120,58	100,41	3,89	42,91
Název	EC9	EC10	EC11	EC12	EC13	EC14	EC15	EC16
P [ha]	15,13	15,68	0,75	16,94	16,72	73,97	101,22	10,35

V tabulce jsou uvedeny názvy vytvořených erozních celků a jejich rozlohy P v hektarech.

5.2.2 Osevní postup

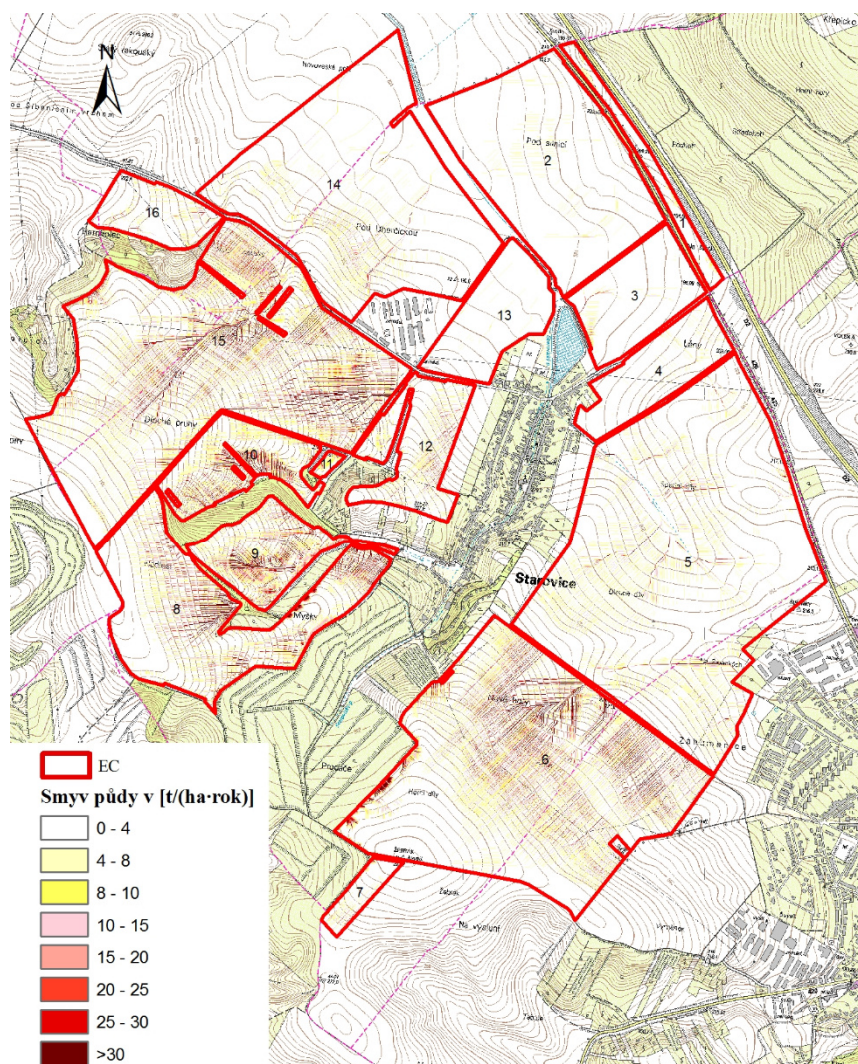
Pro výpočet MEO je nutné určit do rovnice C-faktor, jenž je stanoven na základě současného osevního postupu uživatelů půdy v obci Starovice.

Tabulka č. 5.2: *Současný osevní postup*

Plodina	Plocha	C-faktor	C-faktor
	[%]	[-]	vážený
kukuřice na zrno	21	0,61	0,128
pšenice ozimá	33	0,1	0,033
pícniny jednoleté	6	0,02	0,001
řepka ozimá	40	0,22	0,088
C-faktor: Vážený průměr			0,250

5.2.3 Posouzení současného stavu smyvu půdy

Na řešeném území je uplatňován současný osevní postup $C\text{-faktor} = 0,25$. Mnou navržené erozní celky a jejich smyvy půdy jsou popsány v níže uvedených tabulkách, kdy G je průměrná dlouhodobá ztráta půdy vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ a P je plocha erozních celků vyjádřená v hektarech a v procentech.



Obr. 5: MEO na území obce Starovice – současnost

5.2.4 Vyhodnocení výsledků a návrh opatření

V následující tabulce č. 5.3 jsou uvedeny plochy míry erozního ohrožení v hektarech. V sloupci číslo 1 se nachází plochy erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie 0–4 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. V sloupci číslo 2 se nachází plochy erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie 0–10 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí $10 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Ve sloupci číslo 3 se nachází plochy erozních celků s nepřipustným erozním smyvem, jejichž MEO spadá do kategorie 10–30 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Jedná se o plochu s vysokou ohrožeností erozním smyvem. Ve sloupci číslo 4 se nachází plochy erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie více než $30 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Jedná se o plochu s kritickou ohrožeností erozním smyvem. Sloupec číslo 5 udává celkovou plochu

erozních celků a sloupec číslo 6 vyjadřuje průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

Tabulka č. 5.3: Souhrnný přehled MEO na EC

Číslo sloupce	1	2	3	4	5	6
název	0–4	0–10	10–30	> 30	ΣP	$\emptyset G$
EC 1	5,78	6,35	0,03	0,00	6,39	2,45
EC 2	50,18	51,65	0,03	0,00	51,68	2,12
EC 3	16,92	17,42	0,10	0,01	17,53	2,23
EC 4	14,75	15,36	0,04	0,00	15,40	2,20
EC 5	106,60	118,59	1,78	0,21	120,58	2,68
EC 6	69,77	87,50	10,68	2,22	100,41	5,01
EC 7	3,21	3,67	0,20	0,02	3,89	3,41
EC 8	30,96	37,43	4,18	1,31	42,91	4,99
EC 9	7,89	11,82	2,75	0,56	15,13	6,88
EC 10	9,30	13,25	1,88	0,56	15,68	5,93
EC 11	0,33	0,64	0,10	0,01	0,75	6,05
EC 12	13,60	15,94	0,91	0,08	16,94	3,50
EC 13	16,53	16,71	0,01	0,00	16,72	2,06
EC 14	68,70	73,01	0,93	0,04	73,97	2,43
EC 15	69,41	88,46	10,46	2,30	101,22	5,00
EC 16	9,20	10,14	0,19	0,02	10,35	2,70

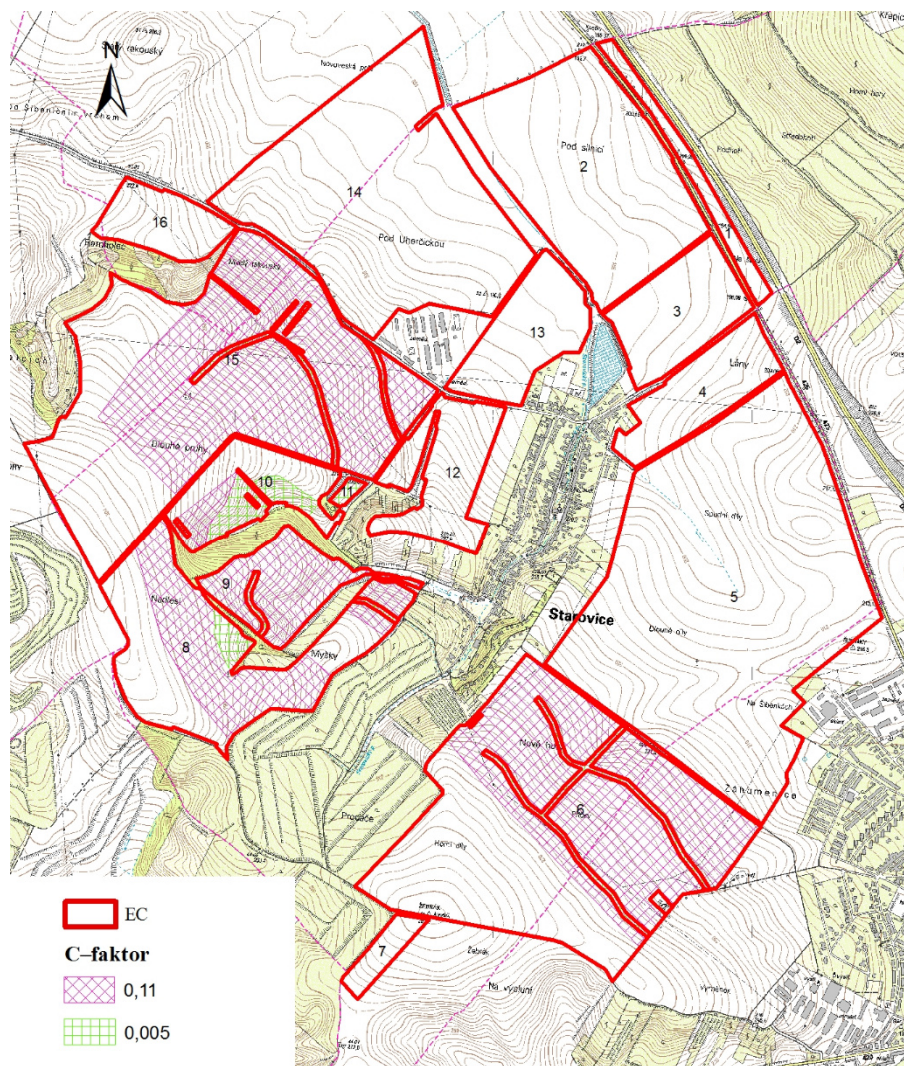
Návrhy opatření

V této části je níže popsána vybraná varianta POE, která byla více rozebrána v bakalářské práci. Návrh protierozních opatření se zabývá organizačními a technickými opatřeními na řešeném území. Návrh je aplikován na nejohroženějších erozních celcích č. 6, 8, 9, 10 a 15.

Návrh protierozních opatření kombinuje současný osevní postup s nově navrženým osevním postupem $C = 0,110$, a také zatravněním částí pozemků a popřípadě se zachytnými průlehy viz. obr. 6. Na trvale zatravněných pozemcích se snižuje C-faktor na 0,005. Navržený osevní postup již nezahrnuje kukuřici, ale do osevního postupu místo kukuřice je zařazeno více pšenice a vojtěšky a snížilo se také procentuální zastoupení řepky.

Tabulka č. 5.4: Protierozní osevní postup

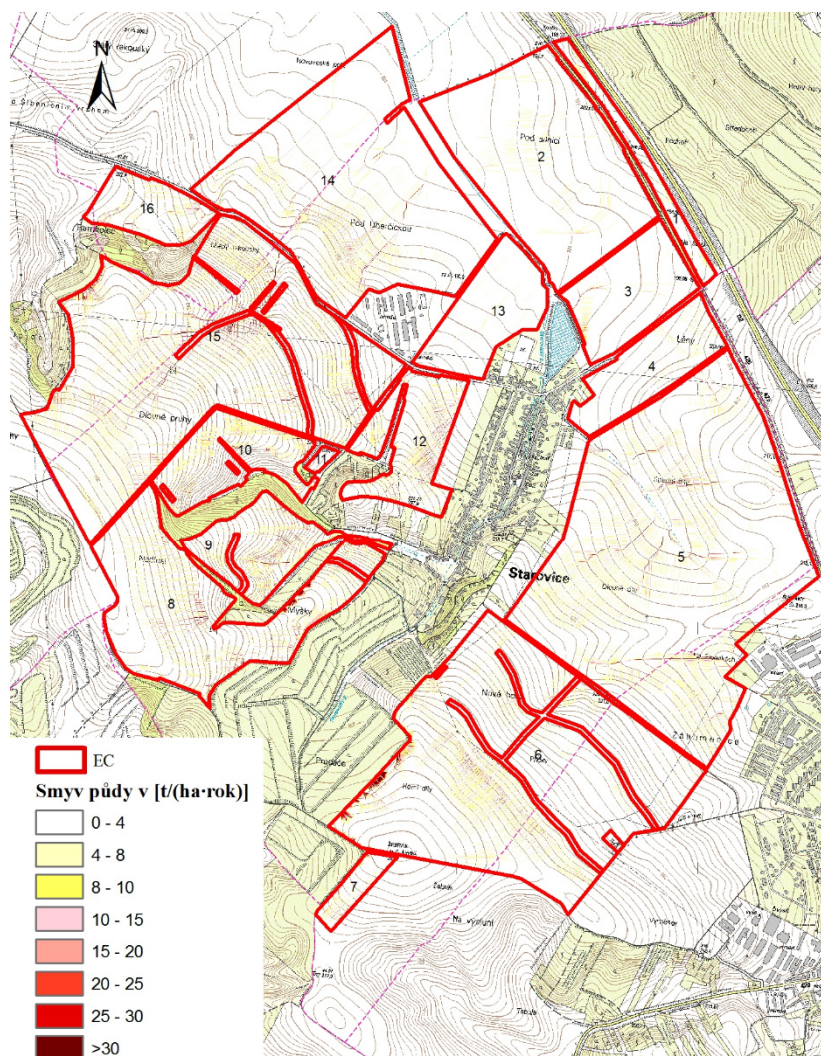
Plodina	Plocha	C-faktor	C-faktor
	[%]	[-]	vážený
pšenice ozimá	43	0,1	0,043
pícniny jednoleté	29	0,02	0,006
řepka ozimá	28	0,22	0,062
C-faktor: Vážený průměr			0,110



Obr. 6: Návrh PEO na území obce Starovice

5.2.5 Výpočet míry erozního ohrožení (MEO) navrhovaného protierozních opatření

Tato podkapitola srovnává návrh protierozních opatření se současným stavem na vybraných erozních celcích. Srovnání je tabelárně zpracováno. V řádcích tabulek jsou uvedeny výsledky ze současnosti s návrhy protierozních opatření. Sloupce rozdělují kategorie MEO.



Obr. 7: MEO na území obce Starovice po apikování PEO

V následující tabulkách jsou uvedeny plochy míry erozního ohrožení v hektarech. V 1. sloupci se nachází plochy erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie 0–4 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí $4 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Ve 2. sloupci se nachází plochy erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie 0–10 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Přípustný smyv pro tuto kategorii činí $10 t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

Ve 3. sloupci se nachází plochy erozních celků s nepřijatelným erozním smyvem, jejichž MEO spadá do kategorie 10–30 vyjádřená v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Jedná se o plochu s vysokou ohrožeností erozním smyvem. Ve sloupci číslo 4. se nachází plochy erozních celků, jejichž MEO spadá do kategorie více než 30 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$. Jedná se o plochu s kritickou ohrožeností erozním smyvem. Pátý sloupec vyjadřuje průměrnou dlouhodobou ztrátu půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

EC 6, $\Sigma P_{celk.} = 100,41$ [ha]

Tabulka č. 5.5: Srovnání výsledků MEO EC6

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	0–10	10–30	> 30	Ø G
Současnost	69,77	87,50	10,68	2,22	5,01
Návrh PEO	89,26	98,05	2,07	0,28	2,74

Tabulka č. 5.5 ukazuje, že současný stav území je nevyhovující. Při aplikaci PEO dochází k výraznému navýšení hodnot plochy půdy v přípustném erozním smyvu půdy, a to z 69,77 ha na 89,26 ha, a naopak ke snížení hodnot kritického erozního smyvu z 2,22 ha na 0,28 ha. To je způsobeno změnou osevního postupu, navržením tří záchytných průlehu a jednoho svodného průlehu.

EC 8, $P_{celk.} = 42,91$ [ha]

Tabulka č. 5.6: Srovnání výsledků MEO EC 8

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	0–10	10–30	> 30	Ø G
Současnost	30,96	37,43	4,18	1,31	4,99
Návrh PEO	36,35	41,31	1,34	0,26	3,11

V erozním celku číslo 8 je ve spodní části navržen záchytný průleh, jenž je rovnoběžný s vrstevnicemi. V horní části dojde k zatravnění plochy s nejvyšší koncentrací drah soustředěného odtoku. Novými opatřeními se sníží dlouhodobá ztráta půdy z 4,99 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ na 3,11 $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$.

EC 9, $P_{celk.} = 15,13$ [ha]

Tabulka č. 5.7: Srovnání výsledků MEO EC 9

G [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$]	0–4	0–10	10–30	> 30	Ø G
Současnost	7,89	11,82	2,75	0,56	6,88
Návrh PEO	12,10	14,50	0,59	0,03	3,29

V erozním celku č. 9 je současný stav nevyhovující, neboť průměrná dlouhodobá ztráta půdy vykazuje příliš vysokou hodnotu, a to $6,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Celková plocha neohrožené půdy erozním smyvem je 11,82 ha z celkového počtu 15,13 ha, což je to pouze 75 % z obdělávané plochy. V levé horní části tohoto pozemku je navržen záchytný průleh, který zachytává povrchový odtok vody z horní části pozemku. Opatřením dojde v kategorii 0–4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ k navýšení plochy z 7,89 ha na 12,10 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 11,82 ha na 14,50 ha. Průměrný smyv půdy se sníží z $6,88 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ na $3,29 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$.

EC 10, $P_{\text{celk.}} = 15,68 \text{ [ha]}$

Tabulka č. 5.8: Srovnání výsledků MEO EC 10

G [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]	0–4	0–10	10–30	> 30	Ø G
Současnost	9,30	13,25	1,88	0,56	5,93
Návrh PEO	12,66	15,10	0,52	0,06	3,23

Současný stav v erozním celku č. 10 není taktéž vyhovující, protože pouze 9,30 ha zemědělské půdy (60 % z celkové plochy) spadá do kategorie 0–4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Usoudil jsem, že je nutné, zde navrhnout částečné trvalé zatravnění na pravé i levé straně svahu pozemku. Poté dojde ke snížení plochy v kategorii kritického erozního smyvu z 0,56 ha na 0,06 ha.

EC 15, $P_{\text{celk.}} = 101,22 \text{ [ha]}$

Tabulka č. 5.9: Srovnání výsledků MEO EC 15

G [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]	0–4	0–10	10–30	> 30	Ø G
Současnost	69,41	88,46	10,46	2,30	5,00
Návrh PEO	85,34	97,74	3,08	0,40	3,06

V erozním celku č. 15 je současný stav taktéž nevyhovující. Návrh kombinuje v erozním celku č. 15 nový osevní postup a dva záchytné průlehy. Opatřením dojde v kategorii 0–4 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ k navýšení plochy z 69,41 ha na 85,34 ha. Celková plocha neohrožené půdy se zvýšila z 88,46 ha na 97,74 ha. Plocha ohrožená erozním smyvem se snížila z 10,46 ha na 3,08 ha. Průměrný smyv půdy se sníží z $5,00 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ na $3,06 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Navrženými průlehy se sníží počet drah koncentrovaného odtoku a dále se zmenší smyv půdy.

Tabulka č. 5.10: Souhrnný přehled MEO po aplikaci PEO na EC

Číslo sloupce	6	6	Aplikace PEO
název	$\varnothing G_{\text{před}}$	$\varnothing G_{\text{po}}$	
EC 1	2,45	2,45	NE
EC 2	2,12	2,12	NE
EC 3	2,23	2,23	NE
EC 4	2,20	2,20	NE
EC 5	2,68	2,68	NE
EC 6	5,01	2,74	ANO
EC 7	3,41	3,41	NE
EC 8	4,99	3,11	ANO
EC 9	6,88	3,29	ANO
EC 10	5,93	3,23	ANO
EC 11	6,05	6,05	NE
EC 12	3,50	3,50	NE
EC 13	2,06	2,06	NE
EC 14	2,43	2,43	NE
EC 15	5,00	3,06	ANO
EC 16	2,70	2,70	NE

V tabulce č. 5.10 je provedeno celkové srovnání průměrné dlouhodobé ztráty půdy v $t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$ před a po aplikaci protierozních opatření.

5.3 Návrh technických vodohospodářských a protierozních opatření

Tato kapitola se zabývá výpočtem a návrhem parametrů záchytných průlehy, které jsou navrženy jako technické PEO. Tyto průlehy zároveň slouží jako vodohospodářské opatření. Podélný sklon záchytných průlehu je téměř 0 %, díky tomu může být přitékající voda zasakována. Proto je potřeba nadimenzovat průlehy na maximální objem odtoku návrhové srážky.

V další části této kapitoly se zabýváme výpočtem a návrhem parametrů svodných průlehy, sedimentačních jímek a trubních propustků. Tyto zařízení slouží k bezpečnému odvedení soustředěné vody mimo řešené území do příkopů a vodotečí. Svodné průlehy se navrhují na maximální odtok vyvolaný přívalovým deštěm, kritickou dobou trvání a jí odpovídající intenzitě.

5.3.1 Výpočty parametrů záchytných průlehů

Objem přímého odtoku se vypočítá pomocí intenzivního vzorce (4.6), který popsán ve výše uvedené podkapitole 4.2.1. Aby bylo možné vypočítat objem přímého odtoku, je nutné vypočítat náhradní intenzitu návrhového deště pomocí vztahu (4.7), jenž je ve výše uvedené podkapitole 4.2.2. Pro zjištění střední intenzity návrhových náhradních dešťů máme k dispozici 24-hodinové úhrny s periodicitou $p = 0,5; 0,2; 0,1; 0,02$ a $0,01$. Tyto úhrny je nutné zredukovat na 30-ti minutový déšť, jenž jsou popsány vztahem (4.8) v podkapitole 4.2.2 Určení návrhové srážky. Hodnota redukčního koeficientu pro výpočet zredukované srážky je $\varphi_t = 0,5$, je zjištěno interpolací z tabulky redukčních koeficientů (Hrádek, 1988). Navržené průlehy budou nadimenzovány na 30-ti minutový déšť s dobou opakování $N = 10$ let.

Dle vzorců uvedených v kapitole 4.2 jsou provedeny výpočty intenzit náhradních dešťů a následné výpočty objemu přímého odtoku pro navržení parametrů záchytných průlehů. Výsledky těchto výpočtů jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka č. 5.11: Úhrny a intenzity návrhového deště

N	2	5	10	50	100
$H_{24,N}$ [mm]	33,5	46,4	54,6	73,8	82,0
$H_{30,N}$ [mm]	16,8	23,2	27,3	36,9	41,0
i_s [mm/s]	0,009	0,013	0,015	0,021	0,023

V tabulce č. 5.11 $H_{24,N}$ znamená 24-hodinové úhrny s dobou opakování $N = 2, 5, 10, 50$ a 100 let v [mm]. Tyto úhrny jsou získány z publikace Výpočet maximálních průtoků na malých povodích (Hrádek, Zezulák, 1998). $H_{30,N}$ představuje zredukované úhrny na 30-ti minutový déšť v [mm]. Střední intenzita srážek návrhových dešťů je v tabulce značena jako i_s v [mm/s].

Tabulka č. 5.12: Výsledky maximálního objemu odtoku

	ZP č.	L	Δh	I	φ_L	$Q_{\max,2}$	$Q_{\max,5}$	$Q_{\max,10}$	$Q_{\max,50}$	$Q_{\max,100}$
	[-]	[m]	[m]	[-]	[-]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
EC 6	1	520	31	0,060	0,330	2,87	3,98	4,68	6,33	7,04
	2	335	18	0,054	0,310	1,74	2,41	2,84	3,83	4,26
	3	270	19	0,070	0,365	1,65	2,29	2,69	3,64	4,04
EC 8	4	215	17	0,079	0,395	1,42	1,97	2,32	3,13	3,48
EC 9	5	150	19	0,127	0,510	1,28	1,77	2,09	2,82	3,14
EC 15	6	410	36	0,088	0,415	2,85	3,95	4,65	6,28	6,98
	7	240	23	0,096	0,435	1,75	2,42	2,85	3,85	4,28

V této tabulce se nachází 7 záchytných průlehů (ZP) (viz. obr. 14). V dalším sloupci vyjadřuje L délku svahu nad záchytným průlehem v [m]. Δh znamená výškové převýšení svahu nad průlehem v [m]. I v tabulce představuje sklony svahů pozemků v [-], který nabývá hodnot od 5,4 do 12,7 %. K výpočtu potřebujeme znát hodnotu sklonu svahu pro určení součinitele odtoku (φ_L), kterou získáme z grafu součinitelé odtoku pro záchytné prvky dle Dýrová, 1988.

Návrh parametrů záchytných průlehů

Pro zachytávání a vsakování přitékající vody jsou zvoleny záchytné průlehy. Průlehy jsou navrženy na objem přímého odtoku s průměrnou dobou opakování 10 let. Tvar navržených průlehů je jednoduchý lichoběžník s hrázkou v příčném řezu.

Tabulka č. 5.13: Navržené parametry záchytných průlehů

	ZP č.	h	b	m	$Q_{\text{NÁVRH}}$	$Q_{\max,10}$	$Q_{\text{NÁVRH}} \geq Q_{\max,10}$
	[-]	[m]	[m]	[-]	[m ²]	[m ²]	
EC 6	1	0,90	0,90	5	4,86	4,68	VYHOVUJE
	2	0,70	0,90	5	3,08	2,84	VYHOVUJE
	3	0,70	0,90	5	3,08	2,69	VYHOVUJE
EC 8	4	0,70	0,90	3	3,08	2,32	VYHOVUJE
EC 9	5	0,70	0,90	3	3,08	2,09	VYHOVUJE
EC 15	6	0,90	0,90	5	4,86	4,65	VYHOVUJE
	7	0,70	0,90	3	3,08	2,85	VYHOVUJE

Tato tabulka obsahuje navržené parametry záchytných průlehů, kde b je šířka dna průlehu v [m], h představuje hloubku průlehu v [m], m udává sklon svahu průlehu. Objem

navrženého průlehu musí být roven nebo větší než objem přímého odtoku návrhové srážky.

5.3.2 Výpočty parametrů svodných průlehů

Kulminační průtok se vypočítá pomocí metody dle Dr. Hrádka (4.21), která vychází z metody CN-čísel. Tato metoda je popsána v podkapitole 4.3.4 Metoda dle Dr. Hrádka. Pro výpočet kulminačního průtoku je nutné znát $H_{N,24}$ denní úhrny srážky s průměrnou dobou opakování N let. Dále je nutné znát koeficienty časové redukce Ψ_t . Následně musíme vědět plochu řešeného povodí, délku svahu, sklon svahu, manningův součinitel drsnosti a CN číslo odtokové křivky.

Dle vzorců uvedených v kapitole 4.3.4 jsou provedeny výpočty maximálního kulminačního průtoku pro maximální denní úhrn srážek s pravděpodobností opakování $N = 10$ let v [mm]. Průtoky pak následně slouží pro návržení parametrů svodných průlehů, sedimentačních jímek a trubních propustků.

Výsledky těchto výpočtů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 5.14: Výsledek maximálního kulminačního průtoku

označení			CN	F	n	I	L	Q_{\max}	ΣQ_{\max}
EC	SP	ZP	[-]	[ha]	[-]	[-]	[m]	[m ³ ·s ⁻¹]	[m ³ ·s ⁻¹]
EC 6	SP1	ZP1	81	33,65	0,03	0,060	520	1,257	2,446
		ZP2	81	20,30	0,03	0,054	335	0,846	
		ZP3	81	8,50	0,03	0,070	270	0,343	
EC 8	SJ4	ZP4	81	4,07	0,03	0,079	215	0,181	0,181
EC 9	SP2	ZP5	81	2,61	0,03	0,127	150	0,122	0,122
EC 15	SP3	ZP6	81	16,00	0,03	0,088	410	0,744	1,301
		ZP7	81	12,55	0,03	0,096	240	0,557	

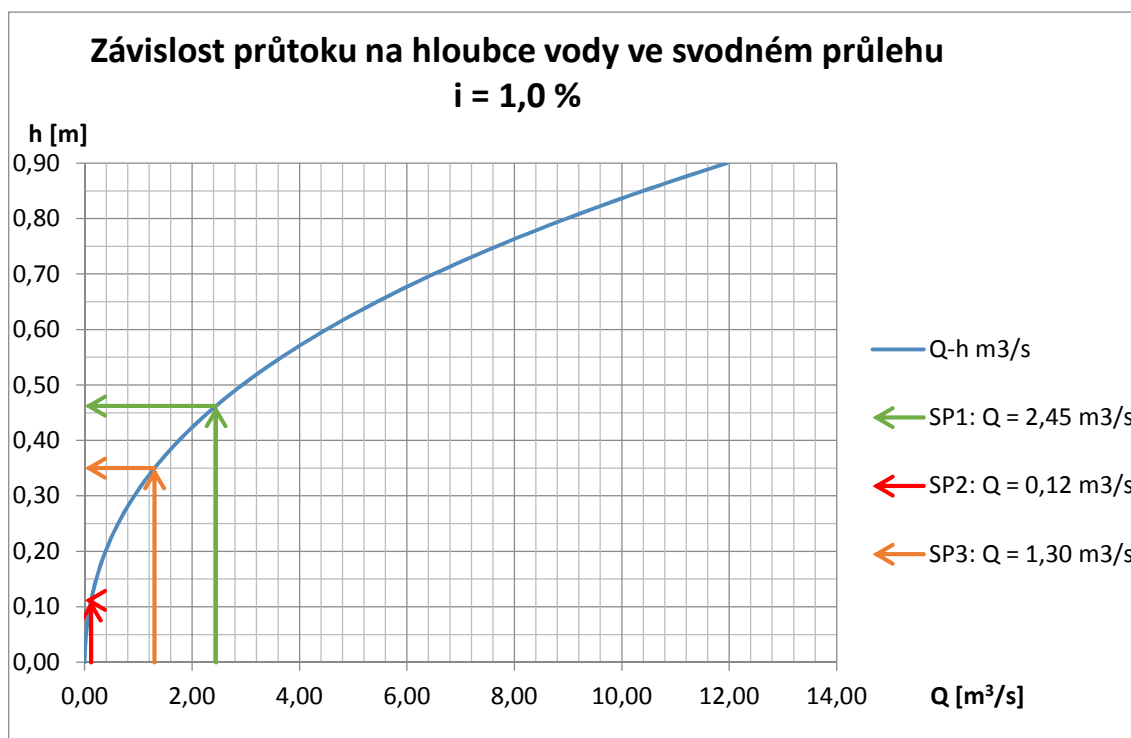
V této tabulce se nachází vypočteny kulminační průtoky Q_{\max} v [m³·s⁻¹] pro svahy nad záchytnými průlehy ZP, ze kterých ústí voda do svodných průlehů SP (viz. obr. 14), popřípadě přímo do sedimentační jímky SJ4 u záchytného průlehu ZP4. Sloupec označen CN představuje CN – číslo [-] pro daný svah, které je získáno pomocí kódu BPEJ. F je plocha svahu nad záchytným průlehem v [ha]. A n [-] je sočinitel drsnosti dle Maninga získaný z tabulky č. 4.3. V dalším sloupci L vyjadřuje délku svahu nad záchytným průlehem [m]. I v tabulce představuje sklony svahů pozemků v [-].

Návrhové parametry svodného průlehu (SV1 = SV2 = SV3):

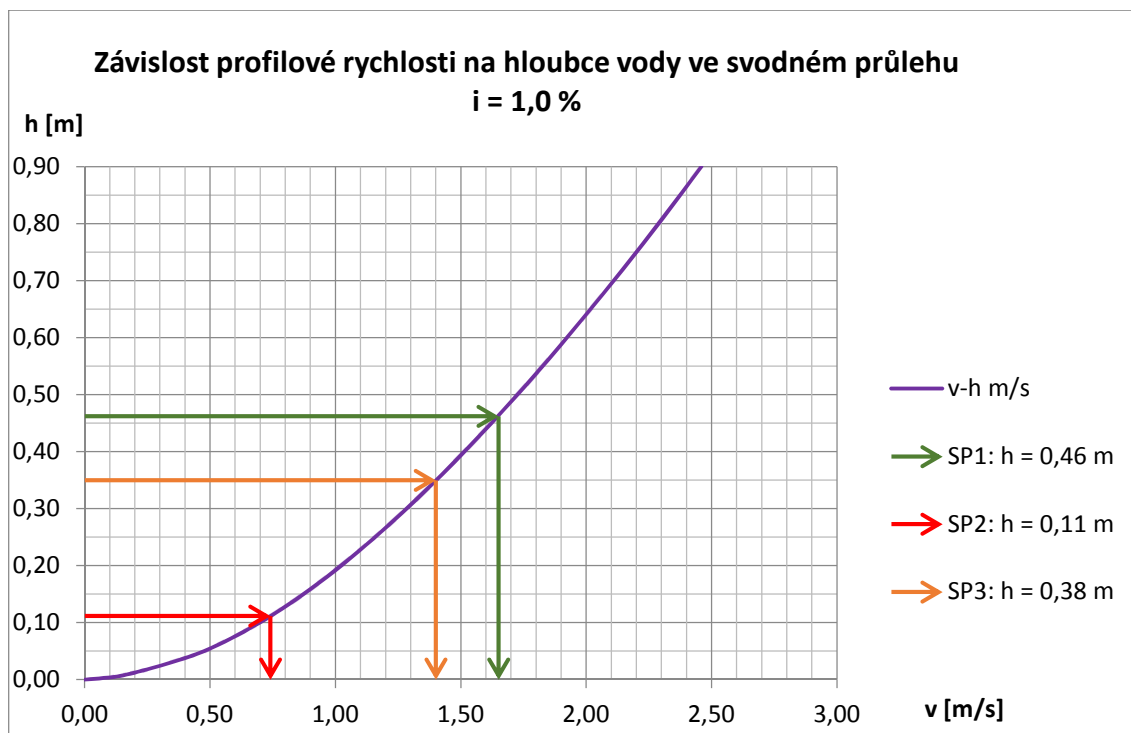
Hloubka: 0,90 m

Šířka dna: 0,90 m

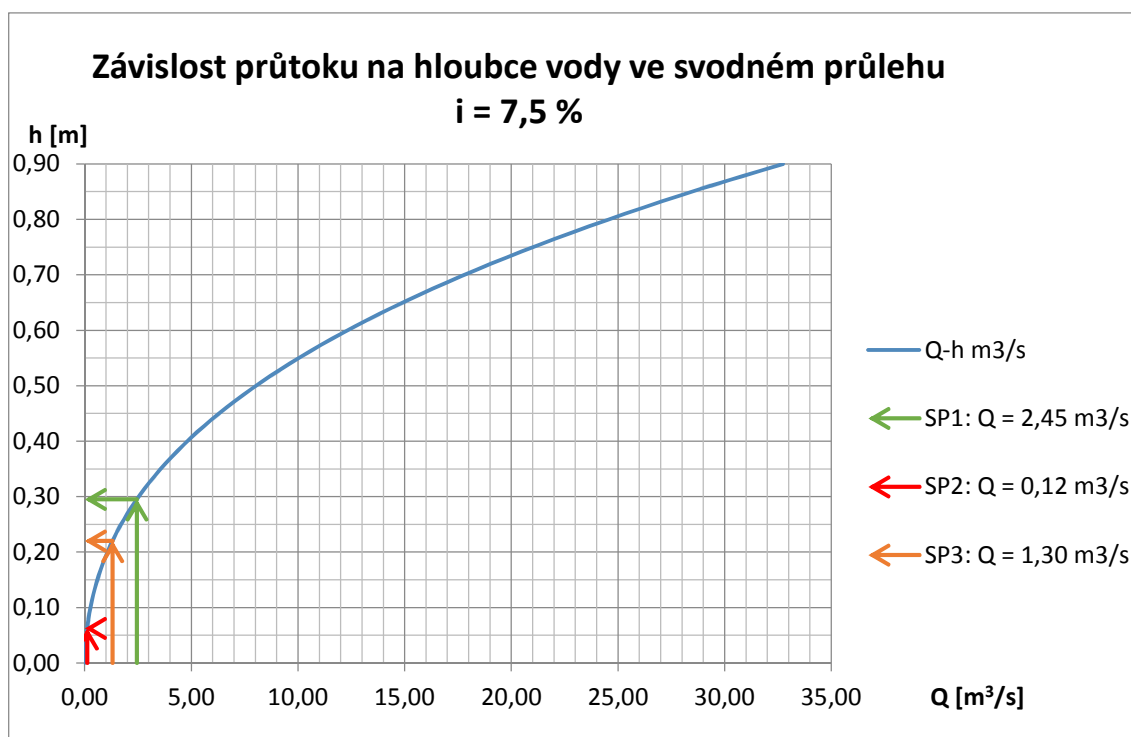
Sklon svahů: 1 : 5



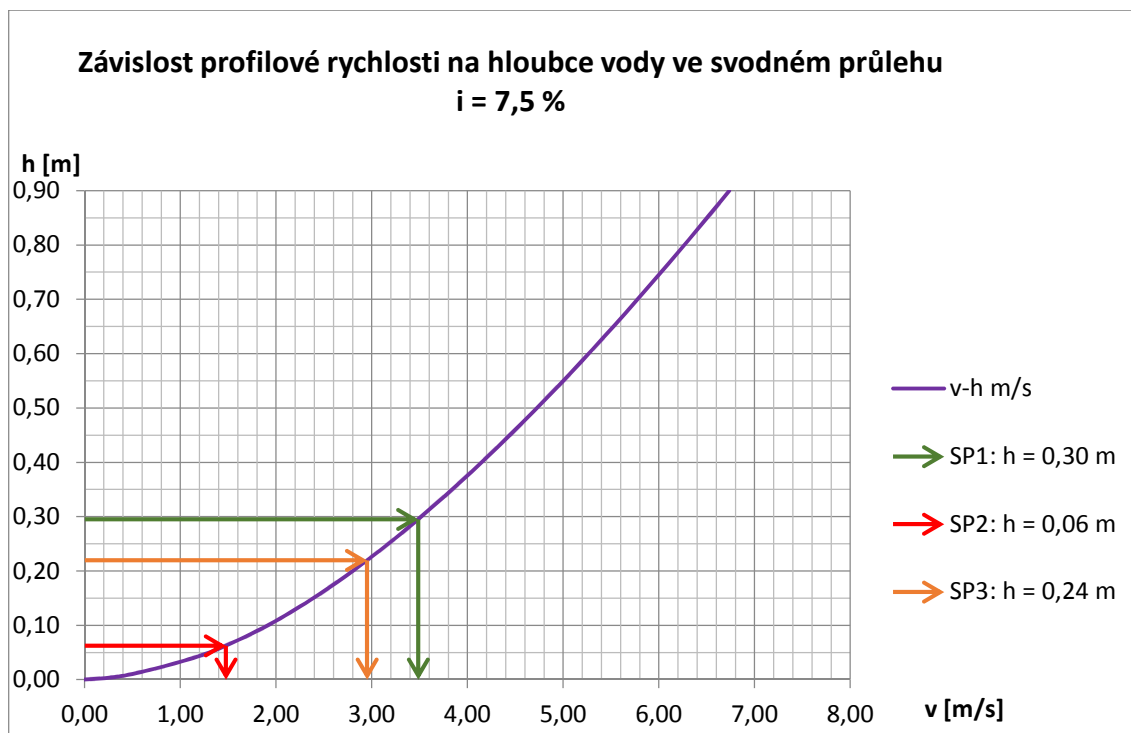
Obr. 8: Konsumpční křivka svodného průlehu při podélném sklonu $i = 1,0 \%$



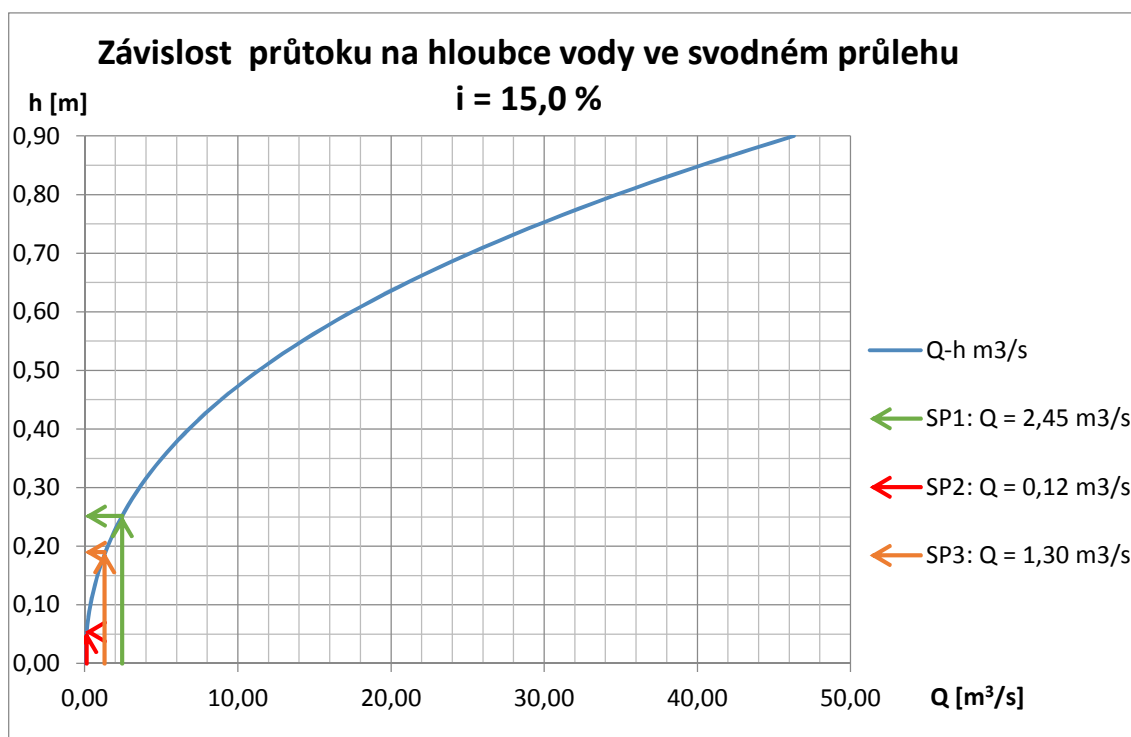
Obr. 9: Závislost rychlosti na hloubce v průlehu při podélném sklonu $i = 1,0 \%$



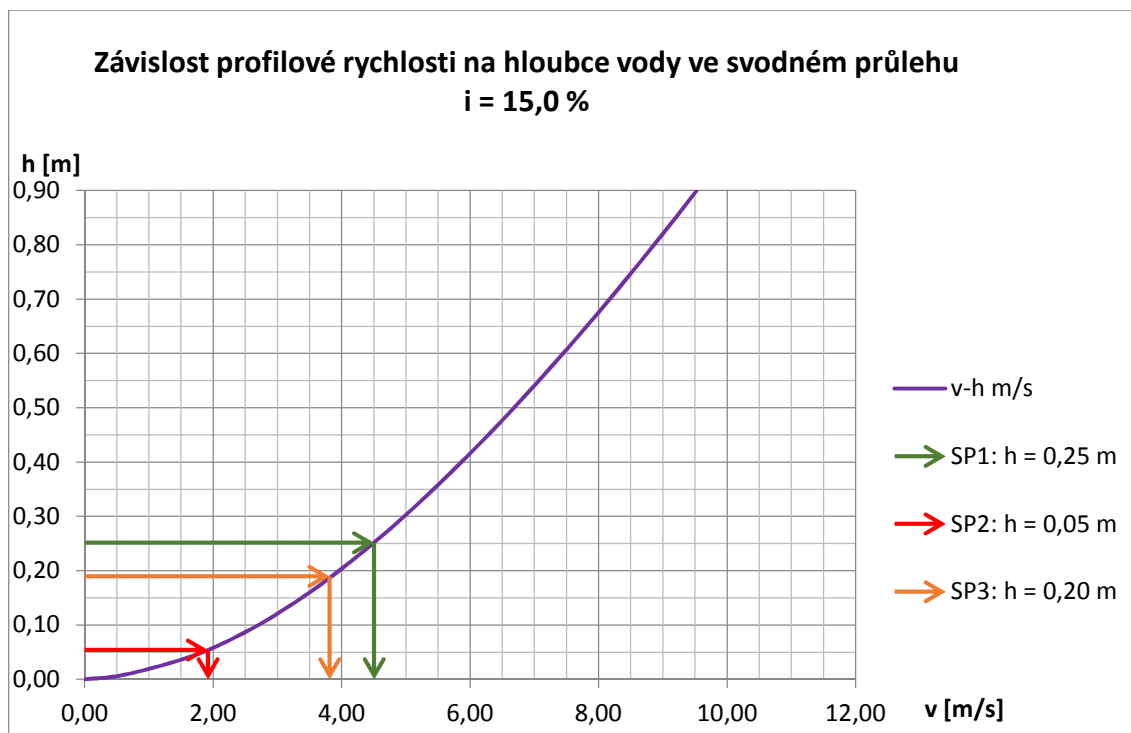
Obr. 10: Konsumpční křivka svodného průlehu při podélném sklonu $i = 7,5 \%$



Obr. 11: Závislost rychlosti na hloubce v průlehu při podélném sklonu $i = 7,5 \%$



Obr. 12: Konsumpční křivka svodného průlehu při podélném sklonu $i = 15,0 \%$



Obr. 13: Závislost rychlosti na hloubce v průlehu při podélném sklonu $i = 15,0 \%$

Z grafů vyplývá, že navržené parametry průlehu vyhovují maximálním kulminačním průtokům pro návrhový jednodenní přívalový déšť s dobou opakování $N = 10$. Tyto průtoky jsou průlehem převedeny.

Tabulka č. 5.15: Hloubky a rychlosti ve svodném průlehu při různých podélných sklonech

	Q [m ³ /s]	h [m]			v [m/s]		
		$i = 1 \%$	$i = 7,5 \%$	$i = 15 \%$	$i = 1 \%$	$i = 7,5 \%$	$i = 15 \%$
SP1	2,446	0,46	0,30	0,25	1,65	3,48	4,50
SP2	0,122	0,11	0,06	0,05	0,74	1,47	1,92
SP3	1,301	0,35	0,22	0,19	1,40	2,95	3,81

Tato tabulka obsahuje hodnoty hloubek h v [m] a rychlostí v [m/s] pro daný návrhový průtok Q v [m³/s] a i je podélný sklon průlehu udávaný v procentech. Při zvýšení sklonů narůstají rychlosti proudění vody ve svodném průlehu. Proto je nutné dno a břehy opevnit vegetačními dlaždicemi a to do výšky hladiny vody v průlehu. Dále jsou navrženy stabilizační prahy, které budou umístěny v průlezích s rozestupem 50 m.

5.3.3 Návrh sedimentačních jímek

Sedimentační jímky jsou umístěny na začátcích průlehů v místech, tyto jímky navazují na vodoteče. Návrhové parametry jsou převzaty jako typový podklad z typizační směrnice „Sedimentační a tlumící objekty“.

Návrh hloubky sedimentační jímky

Celková hloubka h [m] sedimentační jímky je součet konstrukční hloubky h_s , velikosti trubního profilu propustku DN a hloubky před propustkem h_v pro zahlcený vtok do propustku.

Tabulka č. 5.16: Návrhové parametry sedimentačních jímek

Označení	Q	b	L	h	h_s
[-]	[m ³ ·s ⁻¹]	[m]	[m]	[-]	[m]
SJ1	2,446	3,00	5,00	2,15	0,30
SJ2	0,122	2,00	4,00	1,20	0,30
SJ3	1,301	3,00	5,00	2,00	0,30
SJ4	0,181	2,00	3,00	1,20	0,30

Tabulka obsahuje navržené parametry sedimentačních jímek, kde b je šířka sedimentační jímky v [m], L udává délku sedimentační jímky v [m], h představuje celkovou výšku sedimentační jímky v [m] a h_s je konstrukční hloubka sedimentačního prostoru pod vtokem do propustku v [m].

5.3.4 Návrh trubních propustků

Tabulka č. 5.17: Návrhové parametry propustků

Označení	DN	I	L	h_v	Q	$Q_{kap.}$	$Q_{kap.} \geq Q$
[-]	[mm]	[%]	[m]	[m]	[m ³ ·s ⁻¹]	[m ³ ·s ⁻¹]	
P1	1000	5,00	6,60	1,55	2,446	5,367	VYHOVUJE
P2	400	1,00	1,30	0,60	0,122	0,208	VYHOVUJE
P3	1000	2,00	19,10	1,40	1,301	0,295	VYHOVUJE
P4	400	2,00	1,00	0,60	0,181	3,394	VYHOVUJE

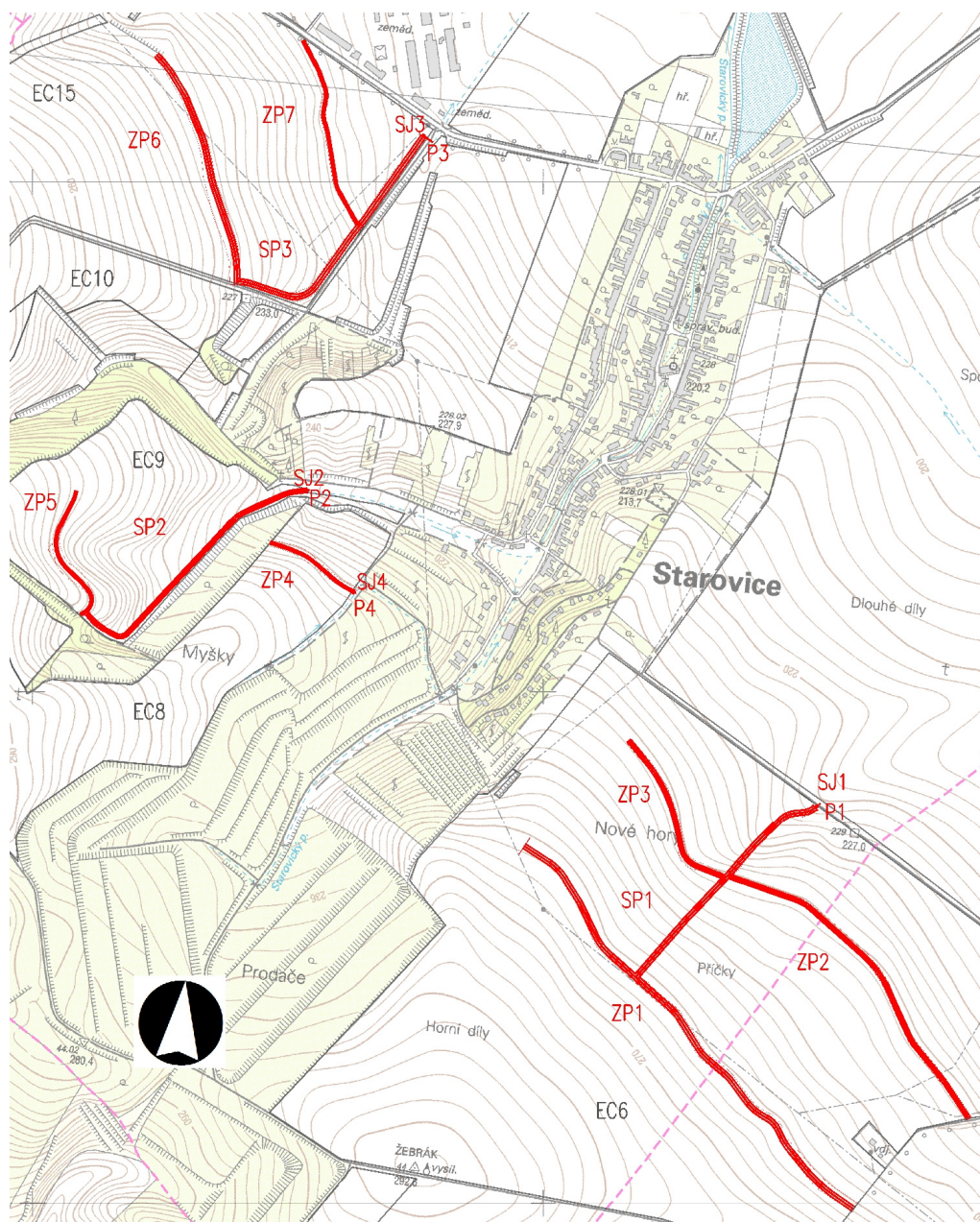
V této tabulce se nachází navržené parametry trubních propustků, kde DN je vnitřní rozměr potrubí v [mm], I v tabulce představuje sklon propustku v [%], L vyjadřuje délku propustku v [m], h_v je hloubka před propustkem, jde o režim se zahlceným vtokem neovlivněným dolní vodou. Q je návrhový průtok v [m³·s⁻¹] a $Q_{kap.}$ je kapacitní průtok v propustku v [m³·s⁻¹].

6 Popis navržených opatření

6.1 Základní charakteristika navrhovaných opatření

Navrhovaná technická opatření:

- Záchytný průlehy ZP1 – ZP7
- Svodný průlehy SP1 – SP3
- Sedimentační jímky SJ1 – SJ4
- Trubní propustky P1 – P4



Obr. 14: Schéma navrhovaných technických opatření

6.2 Popis navržených technických prvků

Záchytný průleh ZP1

Průleh leží jihovýchodně od obce Starovice v lokalitě Příčky. Záchytný průleh ZP1 je dimenzován na objem odtoku návrhového zredukovaného 30-ti minutového přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry ZP1:

Délka průlehu:	970,03 m
Hloubka průlehu:	min. 0,90 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 5
Podélný sklon průlehu:	0,08 a 0,10 %
Opevnění:	ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu ZP1 je $Q_{NÁVRH} = 4,86 \text{ m}^3$ a vyhovuje vypočtenému objemu přímého odtoku přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Voda je odvedena vyústěním na km 0,342 do svodného průlehu SP1.

Záchytný průleh ZP2

Průleh leží jihovýchodně od obce Starovice v lokalitě Příčky pod záchytným průlehem ZP1. Záchytný průleh ZP2 je dimenzován na objem odtoku návrhového zredukovaného 30-ti minutového přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry ZP2:

Délka průlehu:	683,03 m
Hloubka průlehu:	min. 0,70 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 5
Podélný sklon průlehu:	0,16 %
Opevnění:	ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu ZP2 je $Q_{NÁVRH} = 3,08 \text{ m}^3$ a vyhovuje vypočtenému objemu přímého odtoku přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Průleh ZP2 je zaústěn do svodného průlehu SP1 km 0,228.

Záchytný průleh ZP3

Průleh leží jihovýchodně od obce Starovice v lokalitě Nové hory pod záchytným půlehem ZP1. Záchytný průleh ZP3 je dimenzován na objem odtoku návrhového zredukovaného 30-ti minutového přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry ZP3:

Délka průlehu:	339,65 m
Hloubka průlehu:	min. 0,70 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 5
Podélný sklon průlehu:	0,24 ‰
Opevnění:	ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu ZP3 je $Q_{NÁVRH} = 3,08 \text{ m}^3$ a vyhovuje vypočtenému objemu přímého odtoku přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Průleh ZP3 je zaústěn do svodného průlehu SP1 km 0,238.

Záchytný průleh ZP4

Průleh leží na západ od obce Starovice v lokalitě Myšky. Záchytný průleh ZP4 je dimenzován na objem odtoku návrhového zredukovaného 30-ti minutového přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry ZP4:

Délka průlehu:	194,23 m
Hloubka průlehu:	min. 0,70 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 3
Podélný sklon průlehu:	0,05 ‰
Opevnění:	ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu ZP4 je $Q_{NÁVRH} = 3,08 \text{ m}^3$ a vyhovuje vypočtenému objemu přímého odtoku přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Průleh ZP4 je zakončen sedimentační jímkou SJ4 a voda je odvedena betonovým trubním propustkem P4 DN 400 do bezejmenného vodního toku.

Záchytný průleh ZP5

Průleh leží na západ od obce Starovice pod lokalitou Nadlesí. Záchytný průleh ZP5 je dimenzován na objem odtoku návrhového zredukovaného 30-ti minutového přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry ZP5:

Délka průlehu:	282,82 m
Hloubka průlehu:	min. 0,70 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 3
Podélný sklon průlehu:	0,02 ‰
Opevnění:	ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu ZP5 je $Q_{NÁVRH} = 3,08 \text{ m}^3$ a vyhovuje vypočtenému objemu přímého odtoku přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Voda je odvedena vyústěním na km 0,010 do svodného průlehu SP2.

Záchytný průleh ZP6

Průleh se nachází západně nad zemědělským družstvem v lokalitě Dlouhé pruhy. Průleh ZP6 je dimenzován na objem odtoku návrhového zredukovaného 30-ti minutového přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry ZP6:

Délka průlehu:	481,36 m
Hloubka průlehu:	min. 0,90 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 5
Podélný sklon průlehu:	0,12 ‰
Opevnění:	ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu ZP6 je $Q_{NÁVRH} = 4,86 \text{ m}^3$ a vyhovuje vypočtenému objemu přímého odtoku přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Voda je odvedena vyústěním na km 0,006 do svodného průlehu SP3.

Záchytný průleh ZP7

Průleh ZP7 se nachází pod záchytným průlehem ZP6 západně nad zemědělským družstvem v lokalitě Dlouhé pruhy. Průleh ZP7 je dimenzován na objem odtoku návrhového zredukovaného 30-ti minutového přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry ZP7:

Délka průlehu:	394,50 m
Hloubka průlehu:	min. 0,70 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 3
Podélný sklon průlehu:	0,24 %
Opevnění:	ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu ZP6 je $Q_{NÁVRH} = 3,08 \text{ m}^3$ a vyhovuje vypočtenému objemu přímého odtoku přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Průleh ZP7 je zaústěn do svodného průlehu SP3 km 0,218.

Svodný průleh SP1

Průleh leží jihovýchodně od obce Starovice v lokalitě Příčky mezi svodnými průlehy ZP1, ZP2 a ZP3. Svodný průleh SP1 je dimenzován na maximální kulminační průtok návrhového denního přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry SP1:

Délka průlehu:	500,85 m
Hloubka průlehu:	min. 0,90 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 5
Podélný sklon průlehu:	5,00 % – 16,25 %
Opevnění:	vegetační dlaždice, stabilizační prahy, ohumusování tl. 0,1m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu SP1 při minimálním podélném sklonu 5 % je $Q = 26,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a vyhovuje vypočtenému maximální kulminační průtoku na přívalového deště s dobou

opakování $N = 10$ let. Do svodného průlehu na km 0,228 je zaústěn záchytný průleh ZP2. Na km 0,238 se nachází zaústění záchytného průlehu ZP3. Svodný průleh je zakončen km 0,500 vyústěním záchytného průlehu ZP1. Na začátku Průlehu SP1 je sedimentační jímka SJ1 a z ní je voda odvedena betonovým propustkem P1 DN 1000 pod místní komunikací spojující Starovice a Hustopeče do svodného příkopu, který se nachází za komunikací.

Svodný průleh SP2

Průleh leží na západ od obce Starovice pod lokalitou Nadlesí. Svodný průleh SP2 je dimenzován na maximální kulminační průtok návrhového denního přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry SP2:

Délka průlehu:	565,20 m
Hloubka průlehu:	min. 0,90 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 5
Podélný sklon průlehu:	1,42 % – 31,52 %
Opevnění:	vegetační dlaždice, stabilizační prahy, ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu SP2 při minimálním podélném sklonu 1,42 % je $Q = 14,24 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a vyhovuje vypočtenému maximální kulminační průtoků na přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Do svodného průlehu na km 0,565 je zaústěn záchytný průleh ZP5. Na začátku Průlehu SP2 je sedimentační jímka SJ2 a z ní je voda odvedena betonovým trubním propustkem P2 DN 400 do bezejmenného vodního toku, který ústí do Starovického potoka.

Svodný průleh SP3

Průleh se nachází západně nad zemědělským družstvem v lokalitě Dlouhé pruhy. Svodný průleh SP3 je dimenzován na maximální kulminační průtok návrhového denního přívalového deště dle srážkoměrné stanice Hustopeče s průměrnou dobou opakování $N = 10$ let.

Parametry SP3:

Délka průlehu:	529,24 m
Hloubka průlehu:	min. 0,90 m
Šířka dna průlehu:	0,90 m
Sklon svahů průlehu:	1 : 5
Podélný sklon průlehu:	0,19 % – 13,24 %
Opevnění:	vegetační dlaždice, stabilizační prahy, ohumusování tl. 0,1 m a osetí travní směsí

Kapacita průlehu SP3 při minimálním podélném sklonu 0,19 % je $Q = 5,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a vyhovuje vypočtenému maximální kulminační průtoku na přívalového deště s dobou opakování $N = 10$ let. Do svodného průlehu SP3 na km 0,218 je zaústěn záchytný průleh ZP7. Na km 0,529 se nachází zaústění záchytného průlehu ZP6. Na začátku Průlehu SP3 je sedimentační jímka SJ3 a z ní je voda odvedena betonovým propustkem P3 DN 1000, který je navržen pod místní komunikací spojující Starovice a silnici III. třídy 00220. Propustek je zaústěn do bezejmenného vodního toku, který ústí do Starovického potoka.

Sedimentační jímka SJ1

Sedimentační jímka SJ1 slouží k zachycení a odlehčení povrchových vod ze svodného průlehu 1. Rozměry záchytného prostoru mají šířku 3,0 m, hloubku 2,15 m a délku 5,0 m. Voda bude odvedena ze sedimentační jímky trubním propustkem P1 DN 1000. Prohloubení pod odvodňovacím propustkem je 0,3 m. Jímka bude postavena z kamenné dlažby osazené do betonu. Šířka stěn je 0,3 m. Zavazovací křídla budou založena do nezámrzne hloubky 0,8 m od dna průlehu SV1.

Sedimentační jímka SJ2

Sedimentační jímka SJ2 slouží k zachycení a odlehčení povrchových vod ze svodného průlehu 2. Rozměry záchytného prostoru mají šířku 2,0 m, hloubku 1,2 m a délku 4,0 m. Voda bude odvedena ze sedimentační jímky trubním propustkem P2 DN 400. Prohloubení pod odvodňovacím propustkem je 0,3 m. Jímka bude postavena z kamenné dlažby osazené do betonu. Šířka stěn je 0,3 m. Zavazovací křídla budou založena do nezámrzne hloubky 0,8 m od dna průlehu SV2.

Sedimentační jímka SJ3

Sedimentační jímka SJ3 slouží k zachycení a odlehčení povrchových vod ze svodného průlehu 3. Rozměry záchytného prostoru mají šířku 3,0 m, hloubku 2,0 m a délku 5,0 m. Voda bude odvedena ze sedimentační jímky trubním propustkem P3 DN 1000. Prohloubení pod odvodňovacím propustkem je 0,3 m. Jímka bude postavena z kamenné dlažby osazené do betonu. Šířka stěn je 0,3 m. Zavazovací křídla budou založena do nezámrazné hloubky 0,8 m od dna průlehu SV3.

Sedimentační jímka SJ4

Sedimentační jímka SJ4 slouží k zachycení a odlehčení povrchových vod ze záchytného průlehu 4. Rozměry záchytného prostoru mají šířku 2,0 m, hloubku 1,2 m a délku 3,0 m. Voda bude odvedena ze sedimentační jímky trubním propustkem P4 DN 400. Prohloubení pod odvodňovacím propustkem je 0,3 m. Jímka bude postavena z kamenné dlažby osazené do betonu. Šířka stěn je 0,3 m. Zavazovací křídla budou založena do nezámrazné hloubky 0,8 m od dna průlehu ZV4.

Propustek P1

Propustek P1 bude sloužit pro odvedení povrchových vod ze sedimentační jímky SJ1 do svodného příkopu. Propustek P1 je navržený pod místní komunikací spojující Starovice a Hustopeče. Propustek bude kruhový trubní železobetonový DN 1000. Délka propustku bude 6,60 m se sklonem 5,0%.

Propustek P2

Propustek P2 bude sloužit pro odvedení povrchových vod ze sedimentační jímky SJ2 do bezejmenného vodního toku. Propustek bude kruhový trubní železobetonový DN 400. Délka propustku bude 1,3 m se sklonem 1,0 %.

Propustek P3

Propustek P3 bude sloužit pro odvedení povrchových vod ze sedimentační jímky SJ3 do bezejmenného vodního toku. Propustek je navržený pod místní komunikací spojující Starovice a silnici III. třídy 00220. Propustek bude kruhový trubní železobetonový DN 1000. Délka propustku bude 19,1 m se sklonem 2,0 %.

Propustek P4

Propustek P4 bude sloužit pro odvedení povrchových vod ze sedimentační jámky SJ4 do bezejmenného vodního toku. Propustek bude kruhový trubní železobetonový DN 400. Délka propustku bude 1,0 m se sklonem 2,0 %.

7 Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo vypracovat návrh vodohospodářských opatření, která by sloužila k omezení míry erozního ohrožení zemědělských pozemků, dále pak k zachycení a odvedení přívalových vod v obci Starovice. Ve Starovicích se nachází zemědělské pozemky na kopcích s dlouhými svahy a místy i strmým sklonem. Tyto plochy pozemků jsou ohroženy vodní erozí a vznikají zde dráhy soustředěného odtoku vody, což ohrožuje intravilán obce.

V diplomové práci jsem vyházel z poznatků, zjištěných již v mé bakalářské práci. V bakalářské práci jsem řešené území rozdělil do jednotlivých erozních celků a na nich vyhodnotil míru erozního ohrožení. Hlavní náplní bakalářské práce byl návrh tří různých variant s protierozními opatřeními. S těchto tří variant jsem si vybral pro mou diplomovou práci variantu číslo 2, která nejvíce snížila míru erozního ohrožení na řešených erozních celcích. V diplomové práci jsem se věnoval pěti nejohroženějším erozním celkům, na které jsem aplikoval mnou navržené protierozní a vodohospodářská opatření.

Stěžejní částí mé diplomové práce je vypracování výkresů s PEO v programu Bentley Power Civil. K zachycení přívalových vod je navrženo 7 záchytných průlehy. Pro bezpečné odvedení povrchových vod z území slouží 3 svodné průlehy. Tyto svodné průlehy jsou zakončeny sedimentačními jímkami pro zachycení sedimentů ze zemědělských pozemků. Sedimentační jímky jsou napojeny na vodoteče trubními propustky.

Navrženými opatřeními dojde ke snížení průměrného ročního smyvu půdy, čímž nebude docházet ke snižování kvality zemědělské půdy. Vodohospodářskými opatřeními bude voda zachytávána a bezpečně odvedena do říčního systému. Technické prvky jsou nadimenzovány s ohledem na bezpečnost a jsou navrženy na maximální denní úhrn srážek s pravděpodobností opakování $N = 10$ let.

Tato diplomová práce je zjednodušená projektová dokumentace a může sloužit jako podklad pro další stupeň projektové dokumentace, v případě že bude doplněna o finanční náklady. V takovém případě by bylo možné uvažovat v budoucnosti o realizaci tohoto projektu.

8 Seznam použité literatury

- CABLÍK, J. JŮVA, K. *Protierozní ochrana půdy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 324 s. 07-021-63.
- DÝROVÁ, E. *Ochrana a organizace povodí. Návod ke komplexnímu projektu, výběrovému předmětu a diplomnímu semináři*. Brno: VUT v Brně, 1988. 190 s. 55-615-88.
- HOLIČ, V. *TRUBNÍ PROPUSTKY POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ – typový podklad*. Brno: Dopravoprojekt Brno a.s, 1992. 141 s.
- HOLÝ, M. *Eroze a životní prostředí*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994. 383 s. ISBN 80-01-01078-3.
- HRÁDEK, F. *Návrhové průtoky pro velmi malá povodí – hydrologická směrnice*. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1988.
- HRÁDEK, František a Karel KUŘÍK. *Maximální odtok z povodí: teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAX Q*. Vyd. 1. Praha: Credit, 37 s. ISBN 80-213-0782-x
- HRADÁK, E.; ZEŽULÁK, J. *Výpočet maximálních průtoků na malých povodních*. Praha, 1998.
- JANEČEK, M. a kol. *Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe – Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1992. ISBN 0231-9470.
- ŠAMAJ, F.; VALOVIČ, Š.; BRÁZDIL, R. *Denné úhrny srážek s mimoriadnou vydatnosťou v období 1901-1980*. Bratislava: ALFA, 1985. 112 s.
- TRUPL, J. a kol. *Protierozní ochrana zemědělských pozemků – Typizační směrnice*. Praha: Hydroprojekt, 1987. 132 s. arch č. 06-868.
- *Typizační směrnice – Hospodářské přejezdy – trubní propustky*
- *Typizační směrnice – Sedimentační a tlumící objekty*
- ČSN 75 0142. *Názvosloví protierozní ochrany půdy*. Praha: Vydavatelství norem, 1991.
- ČSN 75 4500. *Protierozní ochrana zemědělské půdy*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- ČSN 01 3469. *Výkresy inženýrských staveb - Výkresy hydrotechnických a hydroenergetických staveb - Stavební část*. 2007

Internetové zdroje:

1. Starovice. *Obce, města a vesnice ČR* [online]. 2012 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: <http://www.obce-mesta.info/obec.php?id=Starovice-584894>
2. MĚSTSKÝ ÚŘAD HUSTOPEČE, Odbor regionálního rozvoje. Strategický plán rozvoje města Hustopeče. *Hustopeče – city* [online]. 2009 [pdf] [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://www.hustopece-city.cz/user_data/dokumenty/sprmh2009.pdf

9 Seznam obrázků

OBR. 1: ŘEŠENÍ MAXIMÁLNÍ INTENZITY ODTOKU ZE SVAHU	15
OBR. 2: VYMEZENÍ TYPŮ SEDIMENTAČNÍCH OBJEKTŮ	16
OBR. 3: SCHÉMA ŘEŠENÍ SEDIMENTAČNÍHO OBJEKTU	17
OBR. 4: UKÁZKA EROZNÍCH CELKŮ NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE	20
OBR. 5: MEO NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE – SOUČASNOST	22
OBR. 6: NÁVRH PEO NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE	24
OBR. 7: MEO NA ÚZEMÍ OBCE STAROVICE PO APIKOVÁNÍ PEO	25
OBR. 8: KONSUMPČNÍ KŘIVKA SVODNÉHO PRŮLEHU PŘI PODÉLNÉM SKLONU $I = 1,0 \%$	32
OBR. 9: ZÁVISLOST RYCHLOSTI NA HLOUBCE V PRŮLEHU PŘI PODÉLNÉM SKLONU $I = 1,0 \%$	33
OBR. 10: KONSUMPČNÍ KŘIVKA SVODNÉHO PRŮLEHU PŘI PODÉLNÉM SKLONU $I = 7,5 \%$	33
OBR. 11: ZÁVISLOST RYCHLOSTI NA HLOUBCE V PRŮLEHU PŘI PODÉLNÉM SKLONU $I = 7,5 \%$	34
OBR. 12: KONSUMPČNÍ KŘIVKA SVODNÉHO PRŮLEHU PŘI PODÉLNÉM SKLONU $I = 15,0 \%$	34
OBR. 13: ZÁVISLOST RYCHLOSTI NA HLOUBCE V PRŮLEHU PŘI PODÉLNÉM SKLONU $I = 15,0 \%$	35
OBR. 14: SCHÉMA NAVRHOVANÝCH TECHNICKÝCH OPATŘENÍ	37

10 Seznam tabulek

TABULKA Č. 4.1: DOPORUČENÉ PRŮMĚRNÉ DOBY OPAKOVÁNÍ.....	10
TABULKA Č. 4.2: SOUČINITELÉ DRSNOSTI DLE PAVLOVSKÉHO A MANNINGA.....	11
TABULKA Č. 4.3: KOEFICIENTY ČASOVÉ REDUKCE Ψ_T	16
TABULKA Č. 5.1: EROZNÍ CELKY A JEJICH VÝMĚRY	20
TABULKA Č. 5.2: SOUČASNÝ OSEVNÍ POSTUP.....	21
TABULKA Č. 5.3: SOUHRNNÝ PŘEHLED MEO NA EC.....	23
TABULKA Č. 5.4: PROTIEROZNÍ OSEVNÍ POSTUP	24
TABULKA Č. 5.5: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC6.....	26
TABULKA Č. 5.6: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 8.....	26
TABULKA Č. 5.7: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 9.....	26
TABULKA Č. 5.8: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 10.....	27
TABULKA Č. 5.9: SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MEO EC 15.....	27
TABULKA Č. 5.10: SOUHRNNÝ PŘEHLED MEO PO APLIKACI PEO NA EC.....	28
TABULKA Č. 5.12: VÝSLEDKY MAXIMÁLNÍHO OBJEMU ODTOKU.....	30
TABULKA Č. 5.13: NAVRŽENÉ PARAMETRY ZÁCHYTNÝCH PRŮLEHŮ	30
TABULKA Č. 5.14: VÝSLEDEK MAXIMÁLNÍHO KULMINAČNÍHO PRŮTOKU.....	31

11 Seznam použitých zkratk

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
EC	Erozní celek
GIS	Geografický informační systém
LPIS	Veřejný registr půdy
MEO	Míra erozního ohrožení
P	Trubní propustek
PEO	Protierozní opatření
SJ	Sedimentační jímka
SP	Svodný průleh
USLE	Universal Soil Loss Equation (univerzální rovnice ztráty půdy)
ÚVTIZ	Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
ZM10	Základní mapa České republiky 1:10000
ZP	Záchytný průleh

12 Seznam příloh

01	SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ
02.1	SITUACE - SP [1], ZP [1;2;3]
02.2	SITUACE - SP [2], ZP [4;5]
02.3	SITUACE - SP [3], ZP [6;7]
03.1a	PODÉLNÝ ŘEZ – SVODNÝ PRŮLEH [1]
03.2a	PODÉLNÝ ŘEZ – SVODNÝ PRŮLEH [2]
03.3a	PODÉLNÝ ŘEZ – SVODNÝ PRŮLEH [3]
03.1b	PODÉLNÝ ŘEZ – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [1]
03.2b	PODÉLNÝ ŘEZ – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [2]
03.3b	PODÉLNÝ ŘEZ – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [3]
03.4b	PODÉLNÝ ŘEZ – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [4]
03.5b	PODÉLNÝ ŘEZ – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [5]
03.6b	PODÉLNÝ ŘEZ – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [6]
03.7b	PODÉLNÝ ŘEZ – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [7]
04.1a	PŘÍČNÉ ŘEZY – SVODNÝ PRŮLEH [1]
04.2a	PŘÍČNÉ ŘEZY – SVODNÝ PRŮLEH [2]
04.3a	PŘÍČNÉ ŘEZY – SVODNÝ PRŮLEH [3]
04.1b	PŘÍČNÉ ŘEZY – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [1]
04.2b	PŘÍČNÉ ŘEZY – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [2]
04.3b	PŘÍČNÉ ŘEZY – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [3]
04.4b	PŘÍČNÉ ŘEZY – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [4]
04.5b	PŘÍČNÉ ŘEZY – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [5]
04.6b	PŘÍČNÉ ŘEZY – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [6]
04.7b	PŘÍČNÉ ŘEZY – ZÁCHYTNÝ PRŮLEH [7]
05.1a	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - SVODNÝ PRŮLEH [1]
05.2a	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - SVODNÝ PRŮLEH [2]
05.3a	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - SVODNÝ PRŮLEH [3]
05.1b	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - ZACHYTNÝ PRŮLEH [1;6]
05.2b	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - ZACHYTNÝ PRŮLEH [2;3]
05.3b	VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - ZACHYTNÝ PRŮLEH [4;5;7]
06.1	SCHÉMA - SEDIMENTAČNÍ JÍMKA SJ1
06.2	SCHÉMA - SEDIMENTAČNÍ JÍMKA SJ [2;4]
06.3	SCHÉMA - SEDIMENTAČNÍ JÍMKA SJ3